66762

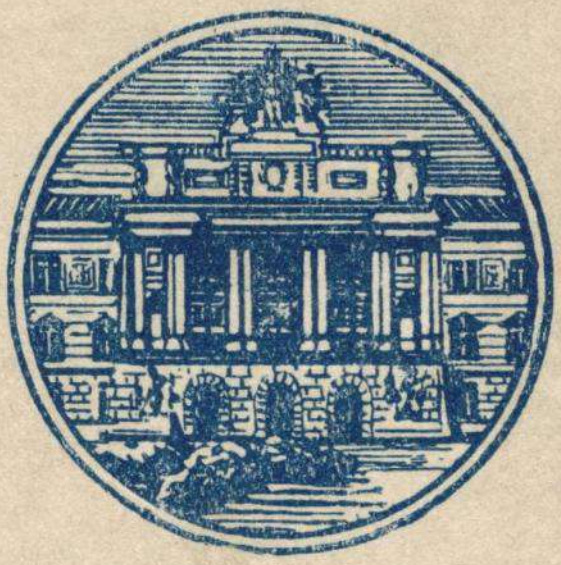
МВО УРСР

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ФРАНКА

ДОПОВІДІ ТА ПОВІДОМЛЕННЯ

ВИПУСК СЬОМИЙ

ЧАСТИНА ТРЕТЯ



ВИДАВНИЦТВО
ЛЬВІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ
1957

МВО УРСР

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ФРАНКА

ДОПОВІДІ ТА ПОВІДОМЛЕННЯ

ВИПУСК СЬОМИЙ, ЧАСТИНА ТРЕТЯ

ВИДАВНИЦТВО
ЛЬВІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ
1957

Відповідальний редактор
професор С. О. Гребінський

Друкується з дозволу ректора Львівського університету члена-кореспондента АН УРСР професора Є. К. Лазаренка

Доповіді та повідомлення
Львівського державного університету імені Ів. Франка
Випуск VII, частина III 1957

ГЕОГРАФІЯ

К. И. ГЕРЕНЧУК

К ВОПРОСУ О МОРФОЛОГИИ И СТРУКТУРЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА

В результате накопленного опыта полевых ландшафтных исследований и творческих дискуссий по теоретическим вопросам ландшафтоведения удалось в последнее время значительно уточнить и конкретизировать определение географического ландшафта, которое долгое время оставалось спорным.

С. В. Калесник во втором издании своего курса «Основы общего землеведения» определяет ландшафт как «участок земной поверхности, обладающий индивидуальными чертами в своей структуре и морфологическом строении, некоторой качественной определенностью, которая и позволяет его отличить и отграничить от другого ландшафта» (стр. 455).

Из этого определения вытекает вывод, что каждый ландшафт — это оригинальный и неповторимый участок земной поверхности. Оригинальность и неповторимость ландшафта определяется его структурой и морфологическим составом. Морфология и структура ландшафта являются главными диагностическими признаками, позволяющими уверенно разграничивать соседние ландшафты.

Настоящее сообщение представляет попытку некоторых уточнений содержания понятий о морфологии и структуре географического ландшафта как его важнейших диагностических признаков.

Морфологические части ландшафта, понятие о которых введено Н. А. Солнцевым, это такие природные комплексы, которые не являются индивидуальными и неповторимыми; они систематически и закономерно повторяются на пространстве, занимаемом данным ландшафтом. Их можно было бы сравнить с отдельными цветными камнями (смальтой), сочетания которых образуют мозаичную картину — ландшафт.

Морфологические части могут быть различной величины и степени сложности. Наиболее однородные по своему составу

части Н. А. Солнцев называет фациями, которые по своему объему близко совпадают с биогеоценозом В. Н. Сукачева (примеры фаций — степное блюдце, старица в пойме реки, южный или северный склон холма, нерасчлененный уступ террасы и т. д.).

Генетически и пространственно взаимосвязные сочетания фаций образуют урочища, примерами которых может служить овраг, балка, карстовая воронка, холм, плакорное пространство и т. д.

Опыт ландшафтных исследований показывает, что часто встречаются еще более сложные морфологические части, представляющие собой закономерные сочетания урочищ, например пойма значительной реки с песчаными прирусловыми валами, притеррасными болотами, старицами, протоками и т. п. или террасированный склон долины, расчлененный к тому же оврагами, балками и долинами притоков. Такие сочетания родственных урочищ можно назвать местностями.

Фации, урочища, местности — это только систематические термины для обозначения природных комплексов различной сложности и соподчинения; конкретные же примеры их бесконечно разнообразны. Однако для каждого данного ландшафта набор этих морфологических частей более или менее строго ограничен. Этот ограниченный набор морфологических частей много раз повторяется в определенном порядке на каком-то пространстве суши, образуя своеобразный ландшафт.

Таким образом, понятие о морфологических частях дает нам четкий диагностический признак для разграничения ландшафтов, который можно сформулировать так: пока мы наблюдаем один и тот же набор морфологических частей на каком-то пространстве суши, мы можем считать, что находимся в пределах одного и того же географического ландшафта; но как только начинают появляться новые морфологические части, мы имеем право сделать заключение, что переходим в другой ландшафт.

Расположение морфологических частей на пространстве, занимаемом данным ландшафтом, только на первый взгляд может показаться хаотичным. Внимательный анализ ландшафта в поле обязательно обнаружит определенный порядок, более или менее сложную систему взаимного расположения и группировки морфологических частей.

Тот или иной порядок расположения и группировки фаций, урочищ и местностей на данном участке суши мы предлагаем называть морфологической структурой географического ландшафта. Разнообразие морфологических частей и порядок их взаимного расположения определяются прежде всего генетическим типом рельефа, глубиной и частотой

его расчленения, его возрастом и особенностями геологического строения территории. Поэтому для обозначения типов морфологических структур удобно воспользоваться геоморфологической терминологией. С этой точки зрения можно отметить, например, такие типы морфологической структуры равнинных ландшафтов, как низинная, ступенчатая (террасовая), грядовая, холмистая, сельговая, плато, конечноморенная, бугристая и т. д.

С другой стороны, в зависимости от того, в какой последовательности группируются фации и урочища в местности, можно различать структуры: а) *однорядные*, когда фации и урочища образуют один последовательный, генетически однородный ряд, например, в Притиссенской низине Закарпатской области; б) *двухрядные*, когда последовательно чередуются два типа местности, как, например, гряды и межгрядовые долины в ландшафте Грядового Побужья; в) *трех- или четырехрядные*, когда ландшафт представлен чередованием трех или четырех типов местности, последовательно сменяющих друг друга, как это наблюдается в центральной части Прикарпатья; г) *мозаичные*, когда значительное число типов местностей располагается более или менее хаотически, не образуя строгой последовательности, как это наблюдается, например, в ландшафтах Росточья или западноподольского Ополья.

Таким образом, тип морфологической структуры ландшафта должен обозначаться сложным термином, например однорядно-низинная морфологическая структура Притиссенской низины, двухрядно-грядовая структура Грядового Побужья, мозаично-холмистая структура ландшафта Росточья и т. д.

Изложенное здесь понимание структуры географического ландшафта как будто резко расходится на первый взгляд с мнением С. В. Калесника, который понимает под структурой характер «внутренних соотношений между компонентами ландшафта», т. е. характер связей между геологией, рельефом, поверхностными и подземными водами, растительностью и почвами и т. д.

Однако это расхождение несущественно, потому что морфологическая, так сказать видимая, структура ландшафта является внешним выражением внутренних соотношений его компонентов, подобно тому как профиль почвы является внешним, морфологическим выражением генетических особенностей почвообразовательного процесса. И как исследование генезиса почв, а также их плодородия начинается с изучения их морфологии и прежде всего почвенного профиля, так и изучение географического ландшафта должно начинаться с исследования его внешней, морфологической структуры, в которой зафиксированы многие существенные черты строения ландшафта и его истории.

Конечно, познание географического ландшафта не исчерпывается изучением его морфологической структуры; оно может и должно быть продолжено стационарными исследованиями процессов, протекающих в нем (приход—расход тепла и влаги, минерального вещества и химических элементов, биомассы и т. д.) с помощью лабораторных методов. Однако начальный этап изучения ландшафтов и особенно их картирование состоят в исследовании морфологической структуры.

Поэтому мы считаем, что главной задачей работы ландшафтоведа в поле является определение характера и состава морфологических частей и их взаимного расположения, т. е. установление морфологической структуры и нанесение ее на карту. Именно в этом, как показывает опыт, заключается специфика работы ландшафтоведа в поле, позволяющая ему работать самостоятельно, подобно специалистам, изучающим отдельные компоненты ландшафта, — геологам, геоморфологам, почвоведам, геоботаникам и т. д.

П. Н. ЦЫСЬ

О ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТНЫХ ЕДИНИЦАХ ЗАПАДНЫХ ОБЛАСТЕЙ УКРАИНСКОЙ ССР

Концепции о морфологических частях ландшафта (Н. А. Солнцев) и типологических единицах (Ф. Н. Мильков), по существу, не имеют принципиальных различий, так как они обе вскрывают морфологическую структуру ландшафта, разделяя его на части, не имеющие самостоятельного таксономического значения (т. е. не являющиеся единицами районирования). Разногласия заключаются лишь в том, сколько таких частей возможно выделить в ландшафте и как их удобнее назвать.

Опыт исследования ландшафтов западных областей УССР позволяет заключить, что в пределах платформной части этой территории основными таксономическими единицами ландшафтного районирования являются зона—провинция — район. В пределах ландшафтного района возможно выделить только типологические единицы, представляющие морфологические части (детали) ландшафта. К последним относятся типы местности и слагающие их урочища.

Типологические единицы являются единицами ландшафтного картирования и располагаются отдельными обрывками, пятнами. Не отрицая возможности выделения в урочищах еще более мелких частей, мы, однако, считаем, что для их названия следует подыскать более оригинальный термин, чем «фация».

Каждый ландшафтный район характеризуется определенным сочетанием и повторяемостью типов местности или преобладающими типами местности. В отдельных случаях в районе может преобладать один тип местности или даже весь район может состоять из одного типа местности (например, плакорного, пойменного). В таком понимании ландшафтный район выступает как исходная региональная таксономическая единица-индивид, обладающая неразрывностью территории, специфическими, неповторимыми чертами, возникающими вследствие определенных сочетаний типов местности. В том случае, когда район состоит из одного типа местности, он представляет сочетание (повторяемость) типов урочищ. Это значит, что каждый район обладает своим особым ландшафтом.

Выделение и изучение типов местности позволяет уточнить и границы ландшафтных районов, выделенных путем районирования «сверху» (т. е. от выделения зон, провинций, областей).

Основой разграничения типов местности служит прежде всего геоморфологическая карта. По вопросу наименования типов местности разделяем взгляды Ф. Н. Милькова.

Исследования Западноукраинского Полесья, представляющего часть Полесской провинции лесной зоны, показали, что отдельные ландшафтные районы здесь обладают различным сочетанием типов местности: пойменного, зандрово-равнинного, холмистого, грядово-холмистого и других. Так, например, в пределах района Верхне-Припятского холмисто-моренного ландшафта наблюдается сочетание пойменного типа местности (вдоль Припяти и ее притоков) и беспорядочнохолмистого (включающего урочища невысоких приземистых моренных холмов, песчаных холмов и широких заболоченных впадин).

В районе конечноморенного ландшафта Любомльско-Столинской гряды можно наблюдать преимущественное развитие грядово-холмистого типа местности, включающего урочища удлиненных моренных гряд и холмов, урочища валунных полей (в местах размыва конечных морен), песчаных холмов, а также урочища заболоченных впадин, озер. Подчиненное значение имеет долинный тип местности (в местах пересечения конечноморенных гряд притоками Припяти, где долины сужены и нередко имеют возвышенные левые берега).

Наконец, в районе Ковельской зандрово-аллювиальной равнины господствующим типом местности является зандрово-равнинный в сочетании с пойменным. Зандрово-равнинный тип местности в общем отличается монотонностью и состоит из урочищ обширных песчаных низин (с преимущественно сосновыми лесами), больших болотных урочищ, а также урочищ песчаных бугров и гряд. Пойменный тип местности также характе-

ризуется заболоченностью, сложной сетью рукавов, староречий, проток (р. Стоход).

Районы Волыно-Подольской лесостепной провинции обычно обладают сочетанием нескольких типов местности. Так, например, Ополье характеризуется наличием пойменного и грядово-холмистого типов. В Грядовом Побужье закономерно чередуются пойменный тип (междугрядовые заболоченные долины) с грядовым типом. Плоские вершины гряд мы не склонны выделять в особый плакорный тип местности, исходя из относительно небольших размеров этих элементов; так же, как и пологие склоны, считаем их урочищами, слагающими грядовый тип местности. На примере Грядового Побужья можно убедиться в совпадении понятий «физико-географический район» и ландшафт (в соответствии с взглядами С. В. Калесника, А. Г. Исаченко, К. И. Геренчука и других). Сочетание пойменного и грядового типов местностей создает своеобразный грядово-долинный ландшафт района.

Плакорный тип местности господствует в пределах районов Львовского и Восточно-Подольского плато. Низкогорный тип распространен вдоль северного склона Подольской возвышенности; он входит в состав Опольского и Восточно-Подольского районов.

Районы Советского Предкарпатья обычно обладают сочетанием пойменного, надпойменно-террасового, плакорного, частично приречного (овражно-балочного) и низкогорного типов местности. Следует также выделить грядово-холмистый тип на некоторых междуречьях. Определенным своеобразием обладают районы Надсанской низменности и Санско-Днестровской водораздельной равнины. В пределах первого можно наблюдать сочетание пойменного типа местности с зандрово-равнинным (с сосново-буковыми лесами). Санско-Днестровский водораздел, кроме пойменного, имеет увалистый и холмистый типы местности, возникшие в краевой зоне материкового оледенения.

В районах закарпатских предгорий, кроме пойменного и надпойменно-террасового типов местности, местами наблюдается тип «эрозионного бедленда» (Л. Г. Каманин).

В районах Советских Карпат распространены следующие типы местности: котловинно-террасовый (Сколевская, Верхнее-Синеводненская, Выгодская, Делятинская, Яремчанская и другие котловины); долинно-террасовый (вдоль горных долин с хорошо выраженными цокольными террасами); низкогорно-увалистый, или верховинский (Стрыйско-Санская, Воловецкая, Ворохта-Путильская верховины); моноклинальных средневысотных хребтов (сколевский тип). Особо выделяются горганский тип местности, включающий острые каменистые гребни — горганы, склоны которых покрыты каменными осыпями («цекотами», или «грехотами»), а также полонинский тип, связанный

с реликтами всеобщего древнего пенеплена и расположенный в субальпийском поясе; альпийский тип (древнеледниковый, хорошо представленный на Свидовце, Черногоре, Раховском массиве). Последний представляет сочетание реликтово-ледниковых урочищ: цирков, каров, иногда каровых гребней (Большие и Малые Козлы Черногоры), а также эрозионно-гляциальных котловин («нижние котлы» Черногоры) и моренных нагромождений в верховьях долин. Одновременно с гляциальными урочищами сочетаются урочища древнеполонинского пенеплена (уплощенные гребни, округленно-конические вершины-останцы), которые создают полонинский тип местности. В данном случае альпийский тип местности следует считать результатом гляциальной обработки полонинского типа. Следует выделить горно-ущельный тип (вдоль долин, поперек пересекающих Полонинский хребет и Раховский массив), а также утесово-теснинный (в районе утесовых Закарпатских гряд).

Общая закономерность ландшафтов Советских Карпат — вертикальная поясность — оказывает существенное влияние на дифференциацию типов местности. По-видимому, целесообразно выделять в отдельные типы местности пояса: дубово-буковый, буковый, хвойно-широколиственный, еловый, субальпийский. Ландшафтные районы Карпат обладают различным сочетанием (количеством) вертикальных поясов (типов местности).

Таким образом, при выделении типологических ландшафтных единиц в горах принимаются во внимание элементы рельефа (котловины, террасы, формы хребтов и проч.), а также вертикальная поясность.

Существует мнение, что физико-географические районы горных стран обычно полиландшафтные, поскольку включают несколько высотных поясов (Н. А. Гвоздецкий, А. Я. Степанов). По нашему мнению, каждый горный физико-географический район характеризуется единым ландшафтом, хотя в его пределах на хребтах может быть несколько высотных поясов; а верхние пояса (субальпийский, альпийский) обычно разбросаны пятнами на общем фоне района, так как они зависят от высот хребтов и вершин. Высотные пояса следует считать типологическими единицами (типами местности), но отнюдь не самостоятельными ландшафтами (районами).

При изучении горных стран целесообразно говорить о типах горных ландшафтов. Так, например, в Советских Карпатах К. И. Геренчук (1955) выделяет: «низкогорный, бескидский», «среднегорный, буковинский», «среднегорный, горганский», «среднегорный, черногорский», «среднегорный, полонинский» ландшафты. Каждый из этих типов ландшафтов обладает определенным количеством высотных поясов растительности.

Физико-географический район обладает своеобразным типом ландшафта. Например, район Внешних (Скибовых) Горган ха-

рактеризуется «горганским ландшафтом», представляющим сочетание определенных типов местности, т. е. морфологических частей единого ландшафта. Такими типами местности являются собственно «горганский» (острые каменистые гребни с каменными осыпями), долинно-террасовый (глубокие поперечные долины), ущельный (короткие продольные долины), хвойно-широколиственный пояс, еловый пояс (на крутых склонах хребтов). Сочетание этих типов местности создает общий облик ландшафта Внешних Горган, который характеризуется средневысотными извилистыми хребтами с крутыми склонами и острыми гребнями, расчлененными глубокими поперечными долинами с хорошо развитыми цокольными террасами. Слабо развитые продольные долины обычно представляют узкие ущелья, заваленные крупнообломочным материалом. Хребты имеют три пояса растительности, причем верхний (субальпийский) характеризуется каменными осыпями.

Дальнейшее изучение ландшафтов Карпат и равнинной части западных областей УССР позволит осуществить более детальную классификацию типологических единиц, а также установить закономерности их сочетаний.

Г. П. МИЛЛЕР

ОПЫТ АНАЛИЗА МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТА ХУСТСКО-СОЛОТВИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ В ЗАКАРПАТЬЕ

Хустско-Солотвинская котловина расположена в юго-восточной части Закарпатской области между Полонинским хребтом Карпат и дугой вулканического Вигорлат-Гутинского хребта. Она вытянута с ЗСЗ на ВЮВ, имея в длину более 50 *км* и в ширину — около 20 *км*. Вдоль ЮЮЗ окраины котловины протекает р. Тисса, принимая воды своих главных притоков в пределах котловины — Тересвы, Теребли и Рики.

Своеобразие и неповторимость ландшафта Хустско-Солотвинской котловины выражается как в оригинальности его геолого-морфологической структуры, так и в типах местностей и порядке их расположения.

О. С. Вялов выделяет эту территорию в особую Солотвинскую геотектоническую зону, заполненную мощной молассовой толщей.

В геоморфологическом отношении котловина представляет собой систему террас р. Тиссы и ее правых притоков и выделена П. Н. Цысем в особый район «низкогорного и террасового рельефа Верхнетиссенской котловины».

Указанные особенности геолого-тектонического и геоморфологического строения видоизменяют характер климата, а также растительного и почвенного покровов и обусловливают развитие здесь ясно выраженных типов местностей соответственно системе террасовых ступеней.

Наличие нескольких местностей, расположенных соответственно террасам, и позволяет называть морфологическую структуру ландшафта котловины многорядной ступенчатой, или террасовой.

На всем пространстве Хустско-Солотвинского ландшафтного района ясно прослеживается чередование 5 основных типов местности, соответствующих определенным группам террасовых уровней или отдельным террасам Тиссы и ее притоков.

1. Пойменный тип местности представлен поймами и низкими террасами, возвышающимися всего на 1—2 и 5—6 *м* над урезами рек. Близкое залегание к поверхности грунтовых вод отражается на всем облике местности, вызывая оглеение и заболачивание почв, произрастание лугово-болотной растительности на дерново-глеевых и дерново-оподзоленных почвах.

Равнинность рельефа не способствует разнообразию типов урочищ. Они представлены песчано-галечниковыми островами, староречьями, лощинами с руслами боковых притоков, экзотическими соляными куполами, а также осоково-разнотравными лугами и сырыми дубравами.

Этот тип местности отличается высокой степенью распаханности; используется также под сенокосы, выгоны, огороды.

2. Третья надпойменная терраса, возвышающаяся отчетливым 15—20-метровым уступом, образует II тип местности. Построена мощной толщей галечников, перекрытых тяжелыми суглинками и подстилаемых сарматскими песчаниками. Относительно глубокое залегание грунтовых вод препятствует заболачиванию местности. Дубравы и бучины сохранились лишь на участках, мало пригодных для сельскохозяйственного использования. Равнинная поверхность и пологие склоны заняты суходольными лугами, кустарниками, пахотными угодьями и фруктовыми садами на сильноподзолистых почвах, частично поверхностно оглеенных.

3. Четвертая надпойменная терраса, поднимающаяся до 30—35 *м* над современным уровнем рек, образует третий тип местности. Довольно густая сеть небольших речных долин, балок и ложбин обусловила господство склонов различной крутизны. Равнинные участки встречаются значительно реже. Почвенный покров представлен сильноподзолистыми и дерново-буроземными оподзоленными почвами, которые на распахиваемых участках нередко сильно смыты.

Значительная расчлененность этой террасы, преобладание склонов различной крутизны делают этот тип местности мало

пригодным для пахоты; здесь сохранились значительные площади буково-дубовых лесов и суходольных лугов.

Ценность лесов не только в поставляемой ими древесине, но и в водоохранном и водорегулирующем значении. Поэтому следует сохранять и возобновлять леса, что возможно только при правильной их эксплуатации. Необходимо улучшение суходольных лугов путем применения соответствующих травосмесей, облесение эрозированных склонов. Значительная кислотность почв, бедность их органическими веществами требует применения полных норм органических и минеральных удобрений.

4. Высокие, сильно расчлененные террасы — четвертый тип местности — располагаются на значительных высотах (40—100 *м* над уровнем рек) и протягиваются расчлененной полосой вдоль ЮЮЗ склона Полонинского хребта.

Наиболее типично он развит на междуречье Теребли и Рики, меньшие площади занимает на Теребля—Тересвинском и Тересва—Апшинском междуречьях.

Сильно расчлененный холмистый рельеф этого типа местности почти исключает возможность земледелия. Большие массивы буковых и еловых лесов в досоветское время были хищнически вырублены, что привело к резкой активизации эрозионных процессов.

Сильноподзолистые и дерново-буроземные оподзоленные почвы значительно смыты на крутых склонах и оглеены в местах выхода грунтовых вод на пологих, дренированных склонах. Распространены урочища глубоких «звуров» (овраги и балки), а также оползневых склонов на местах переслаивания песчаников и глинистых сланцев. Природные ресурсы типа местности могут быть эффективно использованы при правильной эксплуатации существующих и возобновлении уничтоженных лесов, особенно на крутых, легко поддающихся эрозии склонах и после проведения мероприятий по закреплению оползневых склонов.

5. Приречно-вулканический тип местности представлен крутыми залесенными и овражными склонами Гутинского вулканического хребта на левобережье р. Тиссы.

Сложен большей частью темными андезитами, реже светлыми трахитами и вулканическими туфами. На продуктах выветривания излившихся пород образовались буроземы, оподзоленные, неглубокие. Местность покрыта буковыми лесами. Места, ранее вырубленные, снова покрылись лесом и кустарником. Лишь небольшие горизонтальные или пологие участки распаханы. Встречаются фруктовые сады, реже виноградники. Доминируют урочища оврагов и балок наряду с угодьями буковых лесов и суходольных лугов. К приречно-вулканическому типу местности приурочен ряд важных месторождений полезных ископаемых.

Эта краткая характеристика ландшафта Хустско-Солотвинской котловины показывает, во-первых, что он представляет собой совершенно своеобразное чередование определенных типов местностей, развитие которых обусловлено системой терас р. Тиссы и ее притоков и, во-вторых, что каждый из выделенных нами типов местностей обладает не только определенным своеобразием природных условий, но и особенностями хозяйственного освоения.

П. Н. ЦЫСЬ

О МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ И ЛАНДШАФТНОГО КАРТИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ КОЛХОЗОВ

Учет природных и экономических условий каждого района, а в районе — каждого колхоза и совхоза необходим для обеспечения хозяйственно целесообразного размещения отдельных отраслей сельского хозяйства, обоснования его специализации и резкого увеличения выхода продукции на 100 *га* земельных угодий с минимальными затратами труда и средств.

Исследования небольших территорий, проведенные географами Московского, Ленинградского, Воронежского и Львовского универитетов, подтверждают реальность существования морфологических частей ландшафта, выделение которых дает возможность отразить на крупномасштабной карте природные условия территории колхоза. Наиболее оправдывает себя выделение типов местности и урочищ, которые раскрывают морфологическую структуру ландшафта и обладают различной хозяйственной ценностью.

Очень помогают в ландшафтных исследованиях аэрофотоснимки.

При исследовании ландшафтного района избирается «ключевой» колхоз, территория которого типична для всего района.

Первостепенное значение имеет выделение на топопланшете геоморфологических элементов: речных долин (с поймами и надпойменными террасами), водораздельных гряд или пространств с их склонами, крутых и расчлененных склонов долин и т. д. Нанесение на карту этих элементов (цветным фоном) позволяет выделить на территории типы местности (пойменный, надпойменно-террасовый, плакорный, приречной и другие, по Ф. Н. Милькову).

Комплексное изучение типов местности, включающее исследование почвенно-растительного покрова, гидрогеологии, микроклимата и других элементов в их взаимосвязи, неизбежно ведет к выделению еще более мелких морфологических единиц

ландшафта — урочищ. Последние обычно обусловлены мелкими формами рельефа (наличием оврагов, балок, впадин) или изменениями в литологическом составе поверхностных отложений. Во многих случаях урочища создаются и искусственно в процессе хозяйственной деятельности человека (пруды, парковые насаждения, сады, полезащитные лесные полосы и проч). Урочища изображаются на карте значковым способом. Следует иметь в виду, что одни и те же урочища (овраги, балки, озера), расположенные в разных типах местности, имеют отличия, обусловленные геологическим строением, рельефом, высотами и прочими факторами.

Для примера рассмотрим колхоз имени Жданова с. Гуменец, Щирецкого района, Львовской области.

Земли колхоза расположены на Щирецко-Верещицком увалисто-волнистом междуречье, в средней части Комарно-Дмитровского увала, простирающегося с запада-северо-запада на восток-юго-восток. Территория колхоза распространяется на плосковерхую часть и пологие склоны увала, расчлененного заболоченной долиной Гуменецкого потока и балками.

Гуменецкая долина расчленяет северный склон увала и, поворачивая на запад-северо-запад (в сторону Верещицы), ограничивает увал с севера. С юга увал также ограничен плоскодонной заболоченной долиной притока Верещицы. Здесь можно выделить пойменный тип местности, прилегающий к Гуменецкому ручью (который явно не соответствует ширине плоскодонной долины). Характерными урочищами являются заболоченные луга, пруды, огороды с овощными культурами. Наиболее распространен увалистый тип местности, включающий урочища пахотных земель (полей) плакорнов, пахотных земель склонов, садов, а также балок, оврагов.

Весьма полезно составление полевых ландшафтных профилей. Для них избираются направления, пересекающие либо все типы местности, либо наиболее характерные для данного колхоза. На таком профиле можно изобразить «вертикальный разрез» типов местности с обозначением геологического строения (условий залегания пород и их литологического состава), уровня грунтовых вод, почвенного покрова, растительности (в том числе культурной), поверхностных вод (озерных впадин или прудовых чаш, заболоченных участков) и прочего. Одновременно на таком профиле видна структура типа местности — взаимоотношение урочищ и условий их формирования в различных типах местности.

Практическая цель ландшафтных исследований — определение пути лучшего использования земельных угодий. Следовательно, при изучении типов местности и урочищ необходимо дать оценку земельных угодий, осветить вопросы борьбы с эрозией почв, с заболачиванием, движущимися (развеваемыми)

песками, овражной эрозией и т. п., а также указать значение экспозиции склонов и микроклимата при размещении полей под различными сельскохозяйственными культурами. Для рассмотренного выше колхоза им. Жданова характерны заболачивание, плоскостной смыв (почвенная эрозия) и овражная эрозия (вдоль дорог).

В практике полевых исследований оправдывает себя метод коллективных обсуждений различными специалистами причин своеобразия ландшафта, типа местности или урочища.

Карта типов местности и урочищ колхоза должна отличаться простотой построения, доступностью легенды. Только в таком виде она может быть полезной в конторе правления колхоза, в руках председателя колхоза, бригадира, агронома.

Текстовая характеристика типов местности и урочищ включает хозяйственную оценку земельных угодий и практические проблемы их лучшего использования. Эта характеристика дополняется анализом экономики и перспектив развития колхоза, произведенным экономико-географами и экономистами.

П. С. КУРИЛОВ

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК УКРАИНСКИХ КАРПАТ

Гидрографы и графики колебания уровней воды рек, стекающих с северо-восточных склонов Украинских Карпат (Прут, Днестр и другие), имеют гребенчатый характер. Паводки для этих рек характерны почти для всего года.

В среднем наблюдаются один-два подъема уровней зимой, затем образуются два-три весенних пика и затем — несколько летних. В девятом—десятом месяце наступает межень, которая затем сменяется осенними подъемами уровней.

Зимние повышения уровней воды в реках обусловливаются значительными, а иногда и затяжными оттепелями, которые вызывают таяние снега на равнине, в предгорье и нередко на значительной высоте в горах. Некоторое исключение представляют бассейны небольших притоков, лежащих на высоте, обеспечивающей устойчивость отрицательных температур и при оттепелях, наступающих на равнине и в предгорьях. Уровни этих потоков остаются всю гидрологическую зиму низкими и почти не колеблются.

Равнинные притоки главных рек иногда также не дают повышения уровней зимой, но это бывает при незначительном снежном покрове, таяние которого не может дать при оттепелях сколько-нибудь значительного слоя стока.

Повышение уровней воды в реках (без увеличения стока) может быть вызвано скоплением в русле шуги (зажором), образование которой на карпатских реках — распространенное явление. В этих случаях часто вода идет поверх льда.

Весенние паводки возникают от таяния снега и весенних дождей. Вследствие того, что бассейны притоков находятся на различной высоте и таяние снега идет не везде с одинаковой интенсивностью (и продолжительностью), в главные реки паводочные волны с притоков приходят неодновременно, образуя «зубчатый» рисунок графиков колебания уровней воды и гидрографов. В этих случаях паводки больших карпатских рек имеют не столь высокие подъемы уровней и довольно растянуты. При достаточно значительной синхронизации паводков на притоках в главных реках образуются высокие паводочные волны и повышение уровней измеряется метрами.

Летние «пики» колебания уровней и расходов являются следствием дождей. Последние, даже если они и не ливневые, а обложные, в условиях больших уклонов поверхности бассейнов горных рек вызывают увеличение стока и, следовательно, подъемов уровней в несколько десятков сантиметров за сутки. Ливневые осадки за такие отрезки времени дают подъемы воды, измеряемые метрами.

В меженный период уровни воды в реках устанавливаются низкие даже в сравнении с зимним сезоном. Это приводит к уменьшению расходов до 10 и даже меньше процентов от среднего годового расхода реки.

Осенью наблюдаются подъемы уровней, вызываемые осенними дождями, таянием выпавшего снега и иногда зажорами и заторами при осенних ледоходах.

Приведенный материал свидетельствует о паводочном режиме рек Украинских Карпат, которые могут быть, по Б. Д. Зайкову, отнесены к группе рек «с паводочным режимом». Однако карпатские реки не укладываются в десять типов режима стока, приведенные для территории СССР этим автором. Карпатские реки имеют свои особенности: при значительном повышении водоносности летом (в теплую часть года) образуются подъемы уровней и зимой; наряду с этим имеется летняя межень, что не наблюдается в такой комбинации в других типах, предложенных Б. Д. Зайковым. Поэтому нам кажется возможным ввести наименование «восточнокарпатский» для типа карпатских рек.

Вертикальная зональность и распространение рассматриваемой территории по широте, безусловно, дает много особенностей рек той или иной части района. Изучение этих особенностей имеет хозяйственное значение и представляет научный интерес.

Л. В. СКВАРЧЕВСКАЯ

О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕК И ВРЕМЕННЫХ ГОРНЫХ ПОТОКОВ В СОВЕТСКИХ КАРПАТАХ ЛЕТОМ 1955 ГОДА

Лето 1955 г. было несколько необычным даже для горных районов Советских Карпат. Если нормально здесь выпадает 1 000—1 400 *мм* осадков в год, то в отдельные июльские и августовские сутки количество их иногда в три и пять раз превышало норму. Последнее нашло очень яркое отражение в процессах эрозии, протекавших по двум направлениям: по линии усиления глубинной и боковой эрозии рек, а также энергичной деятельности временных водных потоков.

Усиление глубинной эрозии рек Тиссы, Прута, Стрыя и других более резко отпрепарировало порожистость, связанную с выходами твердых пород. Это можно было наблюдать в районах городов Рахова, Яремче, Сколе, Ивашковцы (на р. Стрый) и других.

В отличие от этого боковая эрозия наиболее интенсивно протекала в продольных долинах, котловинах и в предгорьях. Так, р. Латорица проявила очень энергичную боковую эрозию на левом берегу в пределах Березное — Липшанской продольной долины, а р. Стрый — при выходе на Предкарпатскую равнину (в районе г. Стрый, близ устья р. Стынавки).

Огромные массы воды, поступавшие в реки на всем пути их следования, вызывали очень быстрое повышение уровня, резкое усиление скорости течения, нарушали нормальную динамику руслового потока.

По сравнению с 1954 г. уровень р. Прут 23 июля 1955 г. был примерно на 0,75 *м* выше, а уровень р. Латорицы — на 1 *м*. Это способствовало перемещению из горных районов на предгорные равнины огромного количества обломочного материала.

Резкое изменение скорости движения воды в реках при выходе на равнины Предкарпатья и Закарпатья вызывало разлив рек. Это явление наблюдалось на Закарпатской низменности между Чопом и Ужгородом, где реки Тисса и Латорица вышли из берегов и нанесли значительный урон сельскому хозяйству.

Аналогичное явление наблюдалось и на Днестре, в пределах Верхне-Днестровской котловины, где река угрожала железнодорожному пути Стрый—Самбор.

Очень большие опасения вызывала и р. Стрый, которая до 1952 г. неоднократно угрожала наводнением г. Стрый. Однако значительные работы по очистке старого русла, проведенные в 1952 г., вполне оправдали себя: в месте раздвоения русла на два рукава (левый и правый) произошло накопление галеч-

ника, закупорившего проход в левый рукав (прилегающий к городу); вода направилась в более глубокий правый рукав, производя здесь энергичную глубинную эрозию. При обтекании останца между двумя рукавами струя встретила на левом (подмываемом) берегу препятствие в виде ряда «кошиц» и была отклонена снова к правому берегу. Размыв левого берега предотвращался еще одним эффективным способом — насаждением на нижней пойменной террасе кустарниковой растительности, резко изменяющей скорость движения частиц воды к берегу. Очень хороший результат это мероприятие дало в районе между с. Нижнее Синеводное и с. Конюхов (на р. Стрый).

Летом 1955 г. энергично действовали и временные водотоки, возникающие непосредственно при выпадении ливней. Так, небольшой ручеек, впадающий справа в Тиссу при выходе ее из Раховского массива в Верхне-Тиссенскую котловину, в течение нескольких часов 16 июля приобрел характер сэля. Он вынес на шоссе Рахов — Солотвино такое количество обломочного материала, что на несколько дней было прервано автобусное сообщение. Причиной этого явилась обнаженность горного склона на правом берегу р. Тиссы в результате карьерной разработки горных пород Раховского массива. В дальнейшем необходимо оградить дорогу от возможности периодического выхода сэля.

Аналогичную картину разрушения горных склонов временными горными ручьями можно было наблюдать и в верховьях р. Прут, в бассейнах рек Стрый, Латорица и других.

В предгорьях Советских Карпат интенсивнее проявился в это время и процесс развития оврагов, особенно на крутых склонах IV террасы р. Стрый и других, где мощность лессовидных суглинков достигает 10—12 *м*.

П. С. КУРИЛОВ

НЕКОТОРЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НАД СНЕЖНЫМ ПОКРОВОМ В КАРПАТАХ ЗИМОЙ 1955—1956 года

Зимой 1955—1956 г. вследствие обильных осадков и низких температур в Украинских Карпатах образовался значительный по сравнению с зимами ближайших предыдущих лет снежный покров. Нам пришлось в феврале 1956 года наблюдать состояние снежного покрова в районе биологического стационара Львовского университета, у подножья горы Шешул (Раховский район, Закарпатской области).

Если в долине Черной Тиссы толщина слоя снега была 10—30 *см*, то по мере подъема к подножью Шешула мощность снегового покрова непрерывно возрастала, достигая на высоте 1200—1300 *м* 50—60 *см*. В понижениях рельефа слой снега за счет сдувания с гребней и наветренных (западных) склонов увеличивался до 120—150 *см*. На подветренных (юго-восточных, восточных, северо-восточных) склонах из-за передува снега образовались своеобразные «карнизы» в 2—3 *м* толщиною и в десятки и сотни метров длиною вдоль гребней. Под влиянием собственной тяжести такие карнизы иногда обламывались. Объем одного такого карниза измерялся сотнями кубических метров снега.

Не везде была одинаковой плотность снега. В лесу она составляла 0,2—0,3, а на некоторых открытых склонах достигала значительно больших величин. Измеренная на опушке леса в слое глубиною 150 *см* плотность снега распределялась так: в верхних 60 *см* (высота снегомера) — 0,25, а в нижних пробах — около 0,65.

Неоднородность снега обусловливается различным временем выпадания снега и условиями, в которых он ложился на подстилающие слои. На изломах карнизов и стенках шурфов в снежном покрове наблюдались отличающиеся друг от друга (строением, плотностью, цветом) слои толщиною от сантиметров до дециметров.

Очевидно, сила сцепления между ними не всегда бывает достаточно велика, и поэтому после снегопада в морозную погоду образовавшийся слой свежевыпавшего снега (толщиной в 20 *см*) начал сходить с поверхности ранее выпавшего снега в виде небольших лавин, возникавших на крутых (до 45°) склонах даже в лесу. Но лавинами обваливался не только свежий, но и выпавший в начале зимы снег. Слой такого снега толщиною в 50—80 *см* и площадью в 3—4 *га* сошел пластовой лавиной объемом в 15—20 тыс. $м^3$ (по данным К. М. Малиновского), что при плотности в 0,5—0,6 дает 8—10 тыс. *т*. Лавина, сойдя со склонов Шешула (из циркообразной выемки между западным и юго-западным отрогами) крутизною в 30—40°, вошла в лес на высоте около 1300 *м* по желобу (руслу ручья) шириною около 10—15 *м* и при этом вынесла всю массу снега примерно на 150 *м* ниже.

По свидетельству местных жителей, участвовавших в раскапывании таких лавин (при спасательных работах), некоторые из лавин заполняли ущелья шестнадцатиметровым слоем снега. В таких местах таяние снега длится до средины лета и позже.

И. И. СВАРИЧЕВСКИЙ

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНОВ ДРОГОБЫЧСКОЙ ОБЛАСТИ

Анализируя разнообразные естественноисторические и экономические условия отдельных районов Дрогобычской области и обработав многолетние статистические материалы, мы приходим к выводу, что в социалистическом сельском хозяйстве Дрогобычской области создается 3 специализированных сельскохозяйственных района:

1. Район пригородного типа сельскохозяйственного производства;

2. Район свеклосахарно-зернокормового земледелия с мясомолочным животноводством и птицеводством;

3. Горный район мясошерстного и молочного животноводства, льноводства и фуражного земледелия.

Первый район расположен в Прикарпатском предгорье, Стрыйской котловине и частично в Верхне-Днестровской равнине, занимая в центральной части области территорию Дрогобычского, Стрыйского и Меденичского районов. Здесь сосредоточены основные полезные ископаемые области: нефть, озокерит, природный горючий газ, калийные и поваренные соли и разнообразные стройматериалы. Почвенно-климатические условия благоприятны для выращивания овощных, садово-ягодных и кормовых культур, в том числе кукурузы, корнеплодов, картофеля, одно- и многолетних сеянных трав.

На сравнительно небольшой территории района разместились основные промышленные города области — Дрогобыч, Борислав и Стрый, а также рабочие поселки Дашава и Стебник, курортные центры г. Трускавец и поселок городского типа Моршин. Район имеет густую железнодорожную и автодорожную сеть с крупными транспортными узлами в городах Стрый и Дрогобыч. По структуре населения район отличается наибольшим в области удельным весом городского населения, превышающим 50% общего количества населения района. Густота населения около 150 человек на квадратный километр.

Для обеспечения все возрастающих потребностей городского населения свежей сельскохозяйственной продукцией сельскохозяйственное производство специализируется в направлении пригородного типа. К 1955 г. площади под овощами возросли до 2,26% всей посевной площади, в то время как по области овощи занимают всего лишь 0,6% посевных площадей, 10,55% посевных площадей под картофелем, 12,55% под кормовыми культурами, зато удельный вес всех технических культур составляет всего 7,44% (по области 9,2%). Учиты-

вая, что теперь колхозам предоставлено право самим планировать структуру и специализацию их хозяйства, можно полагать, что в последующие годы произойдут сдвиги в увеличении удельного веса площадей под овощные и кормовые культуры за счет дальнейшего сокращения зерновых. Изменяющаяся структура посевов, направленная на увеличение производства концентрированных сочных и зеленых кормов, будет способствовать развитию животноводства, в первую очередь молочного крупного рогатого скота, птицеводства и свиноводства.

На 1. X 1955 г. на каждые 100 *га* земельных угодий приходилось крупного рогатого скота 21,1 головы, в том числе коров — 6,3, свиней на 100 *га* пашни — 27,5 голов и птицы на 100 *га* зерновых — 140 штук.

В то же время колхозы района имеют возможность в ближайшие годы все эти показатели удвоить и резко повысить продуктивность скота и птицы, чем обеспечить резкое увеличение доходности колхозов вообще, а долю доходов от животноводства в частности.

Развивая сельское хозяйство пригородного типа, колхозы имеют возможность создать мощное тепличное хозяйство, пчеловодство и рыбное хозяйство, которые будут способствовать более полному использованию природных условий и трудовых ресурсов, повысят свои денежные доходы.

Второй район расположен в основном в лесостепной зоне, занимая Добромильский, Нижанковичский, Мостисский, Судово-Вишнянский, Крукеничский, Старо-Самборский, Самборский, Дублянский, Ходоровский, Рудковский, Комарновский, Николаевский, Ново-Стрелищанский, Жидачевский и Журавненский районы. Почвенно-климатические условия обеспечивают выращивание здесь высоких урожаев сахарной свеклы, льна-долгунца, картофеля, многолетних и однолетних трав, озимой и яровой пшеницы, кукурузы и других культур. На лугах и пастбищах, занимающих в этом районе 34% площади земельных угодий, можно выращивать большое количество зеленых кормов для молочного и мясного животноводства. За годы пятой пятилетки социалистическое сельское хозяйство специализировалось на выращивании технических и зерновых культур и мясомолочном животноводстве. При общем быстром увеличении доходности колхозов особенно быстро возрастает доля доходов от животноводства, а в растениеводстве — доходы от реализации технических культур и особенно сахарной свеклы. За пятилетку посевные площади под техкультурами выросли больше чем в два раза и в 1955 г. составили 10,5% посевной площади района. Среди технических культур 91% площади приходится на сахарную свеклу, 6,4% — на лен-долгунец, 2,3% — на озимый рапс, остальные — на коноплю и другие технические культуры.

Сахарная свекла обеспечивает колхозам высокие урожаи и доходы, поэтому посевы ее будут увеличиваться и впредь (до 12—15% посевных площадей) Ходоровский и Самборский сахарные заводы не в состоянии произвести переработку выращиваемого сырья, поэтому возникает потребность в строительстве дополнительно одного сахарного завода. Целесообразно его разместить в Комарновском районе, что обеспечило бы при уплотнении посевов сахарной свеклы близкий подвоз сырья к заводам и снизило бы себестоимость сахара. Чтобы обеспечить животных разнообразными кормами, кроме естественных кормовых угодий и отходов свеклосахарного производства, необходимо и дальше изменять структуру посевов в сторону увеличения удельного веса кукурузы, пшеницы и кормовых культур за счет сокращения посевов ржи, овса и ячменя.

В животноводстве следует взять упор на выращивание и откорм мясных и беконных свиней, нагул и откорм крупного рогатого скота и птицы, а также на укрепление молочнотоварных ферм, укомплектовывая их высокоудойными коровами чернопестрой и симментальской пород.

Третий район расположен в горной части области, где занимает Боринский, Подбужский, Сколевский, Славский, Стрелковский, Турковский и Хировский административные районы (39% общей площади области). Ему принадлежат 59% лесов, 73% неудобных угодий, 50% выгонов и пастбищ, 36% сенокосов и всего 22% пахотных земель. Такие земельные угодия, расположенные на гористом рельефе, обусловливают специализацию сельского хозяйства на мясошерстном и молочном животноводстве, земледелие подчиняется животноводству: выращиваются концентрированные и сочные кормовые культуры, частично обеспечиваются также внутренние потребности района в картофеле, овощах и продовольственном зерне. Для увеличения доходности колхозов при лучшем использовании трудовых ресурсов район может производить как товарную продукцию лен-долгунец.

В первой половине пятой пятилетки планирование сельскохозяйственного производства было неправильным, колхозам навязывалось выращивание в крупных масштабах пшеницы, ржи и даже сахарной свеклы. Эти культуры давали низкие урожаи, скот оставался без необходимого количества иногда даже грубых кормов. Такое планирование не только не обеспечивало, а тормозило развитие сельского хозяйства. И только в последние годы пятилетки, когда колхозам была предоставлена возможность самим определять структуру и специализацию сельского хозяйства, когда было признано животноводческое направление сельского хозяйства этого района, экономика колхозов начала быстро подниматься и в них четко опре-

делилась специализация сельского хозяйства. Уже в 1954 г. доходы колхозов поднялись от 277 до 675% по сравнению с 1950 г. Денежные доходы от животноводства в структуре доходов колхозов заняли от 31 до 56% вместо 12—23% в 1950 г. На 100 *га* земельных угодий на 1. X 1955 г. в целом по району числилось: крупного рогатого скота — 20,6 головы, в том числе коров — 5,5, овец — 27,5 головы, свиней — 21,2, птицы — 87 штук.

Низка еще и продуктивность животноводства. В 1955 г. на 100 *га* земельных угодий надоено молока всего 50,6 *ц*, настрижено шерсти — 31,8 *кг*.

Укрепляя кормовую базу путем резкого изменения структуры посевов и повышения урожайности как посевов, так и естественных сенокосов и пастбищ, в шестой пятилетке можно будет удвоить количество крупного рогатого скота, коров и овец, значительно увеличить мясное поголовье свиней и обеспечить выход всех видов животноводческой продукции в 3—5 раз, увеличив соответственно доходы колхозов. Доходы колхозов могут также расти за счет увеличения посевов льна-долгунца и повышения его урожайности. Другие технические культуры, в том числе и сахарную свеклу, в районе культивировать нецелесообразно. Колхозы района имеют возможность широко развивать и другие отрасли сельскохозяйственного производства, в первую очередь, пчеловодство, звероводство, ягодное и грибное хозяйство.

Ф. Д. ЗАСТАВНИЙ

ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКИЙ БАСЕЙН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ У ЗАХІДНИХ ОБЛАСТЯХ УРСР

Питання підвищення врожайності має виключно важливе значення в умовах західних областей України. Справа в тому, що за останні роки через занедбаність гнойового господарства грунти цих областей одержують недостатню кількість органічних добрив. На основі опрацювання статистичних матеріалів встановлено, що в 1913 р. у дрібних селянських господарствах щороку вносилося на кожний гектар посіву значно більше добрив, ніж у наступні роки (див. таблицю).

В умовах західних областей УРСР, де переважають порівняно бідні на поживні речовини опідзолені грунти, для підвищення родючості земель необхідно щороку вносити по 8 *т* гною на кожний гектар посіву. Отже, зараз грунти цих областей

Області	1913 р.			1923 р.		1953 р.	
	В поміщицьких господарствах		В селянських господарствах	В поміщицьких господарствах	В селянських господарствах	В колгоспах	
	гною	мінеральних добрив	гною	гною	гною	гною	мінеральних добрив
Волинська і Ровенська	6,6	—	7,2	4,4	6,5	4,1	46
Львівська і Дрогобицька	7,8	42	8,7	5,8	8,4	4,1	73
Станіславська	5,7	42	5,7	4,5	6,6	3,8	88
Тернопільська	6,6	42	7,5	4,9	6,6	3,8	45

забезпечуються поживними речовинами в середньому лише на 50%.

Для того щоб покрити недостачу грунтів у поживних речовинах, сільськогосподарські артілі західних областей УРСР збільшили споживання мінеральних добрив. Якщо в 1913 р. з розрахунку на кожний гектар посіву поміщицьких господарств було внесено 42 *кг* мінеральних добрив, а в селянських господарствах мінеральні добрива майже не споживалися, то в 1953 р. колгоспи західних областей УРСР вносили в середньому по 46—88 *кг/га*.

Зрозуміло, що це, хоч і значне, збільшення споживання мінеральних добрив при великому зменшенні кількості органічних не вирішує проблеми підвищення родючості грунтів. Тому в цілому ряді колгоспів західних областей України спостерігається зниження врожайності.

Щоб добитися корінних зрушень у підвищенні врожайності сільськогосподарських культур, необхідно, поряд з іншими заходами, зокрема з налагодженням гнойового господарства, збільшити внесення в грунт мінеральних добрив не менше як в три-чотири рази. Тут же доречно підкреслити, що вугілля Львівсько-Волинського вугільного басейну може послужити цінною сировиною для хімічної промисловості, зокрема для промисловості по виробництву ряду мінеральних добрив. Тому слід поставити питання про те, щоб недостачу мінеральних добрив покривати не шляхом їх завезення, а за рахунок їх виробництва в межах західних областей України.

В зв'язку з цим виникає й інше, не менш важливе питання. Адже ставлячи проблему організації виробництва мінеральних добрив у межах західних областей УРСР, варто прослідкувати, чи грунти цієї території відчувають гостру недо-

стачу в усіх видах міндобрив, чи, можливо, лише в окремих. Якщо для підвищення врожайності обов'язково вносити на поля і калійні, і азотні, і фосфорні добрива у значних кількостях, то тоді слід поставити питання про виробництво тут усіх цих видів добрив. Коли ж грунти західних областей України вимагають незначної кількості азотних, чи, скажімо, фосфорних добрив, то тоді, може, краще довозити їх з інших районів і не затрачувати значних народногосподарських коштів на організацію їх виробництва на місці.

Під урожай 1955 р. колгоспи Волинської, Ровенської, Львівської, Тернопільської, Дрогобицької, Станіславської і Чернівецької областей внесли 478,4 тис. *т* мінеральних добрив. Близько 60% цієї кількості припадає на фосфорні, 30% — на калійні і решта — на азотні добрива. Отже, грунти західних областей УРСР заправляють великою кількістю всіх видів мінеральних добрив. А досвід передових колгоспів переконливо довів, що внесення в грунт і азотних, і калійних, і фосфорних добрив є важливим заходом підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Азотні добрива широко використовуються для підживлення цукрових буряків і льону, фосфорні вносять у грунт під урожай зернових, калійні — під картоплю і т. д. Саме тому попит колгоспів не на окремі, а на всі види добрив зростає надзвичайно швидко. Лише за 1949—1951 рр. сільськогосподарські артілі західних областей УРСР збільшили внесення азотних добрив у 7,2 раза, фосфорних — майже в 5 разів, калійних — у 6,5 раза.

У зв'язку з цим коротко розглянемо проблему організації виробництва окремих видів добрив у західних областях УРСР.

Проблема організації виробництва калійних добрив як така зовсім відпадає. Адже хімічна промисловість Прикарпаття є крупним виробником калійних добрив. Ще до возз'єднання (1937—1938 господарський рік) хімічна промисловість цього району задовольняла запити, хоч і незначні, не лише поміщицьких і селянських господарств західноукраїнських земель, але й цілої Польщі. Крім цього, 35—40% виробництва прикарпатського калію експортувалося за кордон. За роки Радянської влади виробництво калійних добрив значно зросло. Калійні добрива Прикарпаття йдуть тепер далеко за межі західних областей України. Їх споживають колгоспи і радгоспи східних областей УРСР, Білорусії і Прибалтики. У зв'язку з цим можна поставити питання не про організацію виробництва калійних добрив, а про його дальше розширення, про вдосконалення його технологічного процесу.

Отже, в даний період доцільно ставити і в широких масштабах розв'язати питання організації в західних областях

України виробництва фосфорних і азотних добрив. Ця доцільність диктується тут, з одного боку, наявністю крупного споживача, яким стали колгоспи, а з другого боку — сировиною, що нею є вугілля Львівсько-Волинського басейну.

Слід також вказати і на те, що азотні і фосфорні добрива довозяться сюди із віддалених районів країни: азотні, як правило, з Донбасу і Придніпров'я, фосфатні — з Одеси, Вінниці і навіть з Підмосков'я. Якщо врахувати той факт, що їх завозиться сюди 337 тис. *т* у рік (1955 р.), то тільки за рахунок скорочення віддалей перевезення шляхом їх виробництва на місці щорічна економія народногосподарських коштів становитиме понад три мільйони карбованців.

Важливе значення для організації виробництва окремих видів мінеральних добрив має характеристика і господарська оцінка сировинної бази.

Суперфосфат є основним видом фосфорних добрив. Він одержується взаємодією сірчаної кислоти з фосфоритами.

Поклади фосфоритів в західних областях України зустрічаються в районі Придністров'я, в межах Тернопільської і Станіславської областей, а також в басейні р. Прип'ять (Ровенська область). Більше значення для експлуатації мають Незвиське, Бучацьке і Городенківське родовища, розташовані в районі Придністров'я. Питома вага придністровських фосфоритів становить навіть 27% ваги порід, у яких вони залягають, а вміст фосфору у конкреціях досягає 20—25%. Крім цього, потужність шарів придністровських, зокрема найкращих Незвиських фосфоритів, досягає 1,5 *м*, вони займають значні площі. Загальні запаси придністровських фосфоритів перевищують 10 млн. *т*.

Сировиною для сірчаної кислоти служать сірка і сірчані гази, одержані при випалюванні гіпсу, а також при спалюванні вугілля, в якому є вміст горючої сірки. У Львівській і Дрогобицькій областях є значні поклади чистої сірки і гіпсу. Однак особливий інтерес являє проблема виловлення сірчаних газів, які одержуються при спалюванні вугілля Львівсько-Волинського басейну на крупній Добротворській ДРЕС.

Вирахувано, наприклад, що з димових газів однієї лише Каширської електростанції, на якій спалюється вугілля підмосковського буровугільного басейну (вміст сірки в цьому вугіллі досягає 4%), можна одержати за рік близько 120 тис. *т* сірчаної кислоти.

Значний вміст сірки у вугіллі Львівсько-Волинського басейну (близько 2%) також дає можливість одержувати таким чином десятки тисяч тонн дешевої сірчаної кислоти, яка конче потрібна для виробництва суперфосфату.

В зв'язку з доцільністю організації виробництва суперфосфату в західних областях УРСР постає питання терито-

ріального розміщення суперфосфатного заводу і допоміжних підприємств по його обслуговуванню.

Щоб успішно розв'язати це питання, треба завжди пам'ятати, що сірчану кислоту нераціонально перевозити на значну віддаль, а треба споживати її на місці виробництва. Отже, будівництво суперфосфатного заводу слід проектувати в районі Добротворської ДРЕС, тобто в районі виробництва сірчаної кислоти. Для того, щоб не перевозити з Придністров'я разом з фосфоритами велику кількість породи, тут можна побудувати збагачувальну фабрику.

Поряд з виробництвом суперфосфату, в західних областях України можна також успішно виготовляти фосфорне борошно, яке одержується шляхом перемелювання збагачених фосфоритів. Завод по виробництву цього виду добрив найкраще розмістити біля збагачувальної фабрики, тобто в районі Придністров'я.

Важливою сировиною для виробництва азотних добрив, зокрема сульфату амонію, може стати вугілля Львівсько-Волинського басейну. Адже при сухій перегонці кам'яного вугілля частина наявного в ньому азоту переходить у газ в формі аміака.

Питання організації хімічної промисловості в західних областях УРСР доцільно докладніше вивчити і, по можливості, позитивно вирішити в найближчий час. Успішне вирішення цієї проблеми дозволить заощадити на транспортних витратах значну суму народногосподарських коштів, вносити в грунт потрібну кількість міндобрив, і, значить, сприятиме підвищенню родючості грунту.

Сірчану кислоту можна завозити сюди з району Добротворської ДРЕС.

Р. О. СЛИВКА, М. М. ГРИЦЕНКО, С. І. ШТОГРИН

ГЕОМОРФОЛОГІЯ І ПРОБЛЕМИ МЕЛІОРАЦІЇ ДНІПРОВСЬКО-ПРИП'ЯТСЬКОГО МЕЖИРІЧЧЯ[1]

(в межах Гомельської області БРСР)

Територія Дніпровсько-Прип'ятського межиріччя в цілому рівнинна з незначними амплітудами висот.

На палеогенових пісках з прошарками строкатих глин залягають дольодовикові і підкоренні піщані відкладення, які

---

[1] Матеріали для даного повідомлення зібрані в період польових досліджень за завданням «Белгипроводхоза» (Мінськ).

на північ від м. Брагіна перекриваються невеликою товщею морени Дніпровського зледеніння. Зверху лежать надморенні, флювіогляціальні і алювіальні утвори, що збільшуються в потужності в напрямку на південь. Вони представлені дрібнозернистими і пилуватими пісками, а також середньозернистими пісками з включенням дрібних валунів і гальки.

За морфологічними ознаками тут можна виділити три райони:

1) північний з хвилясто-рівнинним рельєфом та широкими, часто заболоченими зниженнями;

2) південний, плоскорівнинний з піщаними формами;

3) заплаву.

В межах північного району спостерігаються ерозійні зниження, вздовж яких морена повністю розмита. В Брагінському районі, де поширені лесовидні суглинки, можна бачити блюдцеподібні западини, що виникли, напевно, в місцях танення окремих брил льоду після відступу льодовика. Товща торфу досягає 1,2 *м*. Суглинки є водотривкою породою.

Поблизу села Хатуці зосереджені піщані форми, що нагадують параболічні дюни.

Майже вся північна частина межиріччя зайнята III терасою Дніпра.

Південна частина території являє II терасу Дніпра і Прип'яті, на якій спостерігаються піщані горби і пасма, а також низинно-болотні простори. В питанні походження піщаних форм ми поділяємо погляди В. Дементьєва, який вважає їх наслідком перевіювання берегових валів і грив.

На правобережжі Дніпра піщані гряди поділені численними долиноподібними зниженнями, що простягаються до долини р. Брагінки. Останні, напевно, були вироблені талими льодовиковими водами.

Заплави Дніпра і Прип'яті характерні численними староріччями і рукавами. Місцями зустрічаються піщані горби і пасма.

Грунтові води приурочені до четвертинних і палеогенових відкладень. Водоносні горизонти слід поділити на такі види:

1) води сучасних болотних масивів. Поширені в заплавах Дніпра і Прип'яті, а також в долині р. Брагінки. Джерело живлення — атмосферні опади;

2) води сучасних алювіальних відкладень. Також залягають у заплавах, складених піщаними породами з прошарками суглинків і супісків;

3) води древньоалювіальних відкладень, що насичують піщані породи другої тераси. Значно менше вони зустрічаються на III терасі;

4) води внутрішньоморенні. Залягають в моренних суглинках і супісках;

5) води передльодовикових відкладень (підморенні);

6) нижньотретинний водоносний горизонт.

Межиріччя Дніпра і Прип'яті в цілому має терасовий рельєф.

Заплава Дніпра (1,5—3 *м* над рівнем ріки) складена піщано-глинистим матеріалом, що можна добре оглянути у відслоненні на південний схід від с. Асаревичі.

Заболочена заплава Прип'яті піднімається над меженним рівнем ріки на 0,5—3 *м*.

II тераса Дніпра є спільною з II терасою Прип'яті. Над заплавою вона утворює уступ в 6—10 *м*. У північній частині району друга тераса повністю розмита. Складена дрібно- і середньозернистими пісками.

III тераса (25—30 *м*), яка займає всю північну частину території, місцями безпосередньо обривається до заплави. На півдні утворює уступ до II тераси висотою біля 15 *м* (поміж селами Городок і Долматерки). На решті території уступ згладжений. В будові тераси беруть участь ясно-сірі та ясно-жовті піски, а також суглинки основної віської (дніпровської) морени.

Біля сел Микуличі, Звенятське, Бурки, Шкурати можна спостерігати лесовидні суглинки.

На даній території Дніпро проклав свою долину у відкладах палеогену. На ділянці течії Прип'яті палеогенові відкладення зустрічаються на значній глибині. Вік долин післяпалеогеновий.

III тераса Дніпра, за доказами більшості дослідників, ріського віку.

Валдайське зледеніння не досягало даної території, однак льодовикові води розмили III терасу (особливо в південній частині межиріччя). Водно-льодовикові відкладення валдайського часу місцями перекривають ріську морену III тераси та дольодовикові відкладення. Так утворилась II тераса Дніпра і Прип'яті.

Післяльодовиковий час характеризується слабким піднятям Полісся і Придніпров'я, свідком чого є уступ від II тераси до сучасної заплави.

Діяльність вітру викликала появу піщаних дюн і горбів.

Особливо шкідливим для народного господарства є розвіювання пісків II тераси, яка слабо обліснена.

На III терасі розкинулися родючі колгоспні лани.

Заплави використовуються під сіножаті, овочеві культури та садівництво (с. Асаревичі).

Основною проблемою в цій місцевості є осушення боліт. Проведення системи меліоративних каналів потребує врахування комплексу умов: глибини залягання грунтових вод, геологічної будови, клімату, нахилу поверхні тощо.

При перезаглибленні каналів рівень грунтових вод може знижуватись, грунт висихає, а врожаї в таких місцях знижуються.

В осушувальній системі необхідні пристосування для регулювання рівня грунтових вод, якими можуть бути шлюзи.

Для раціонального використання торфовищ, навпаки, слід більше знижувати рівень грунтових вод. В іншому випадку виробіток обмежується верхнім горизонтом торфовища, в той час як нижня частина його затоплена грунтовими водами.

В середній частині межиріччя протікає ріка Брагінка — притока Прип'яті. Починаючи від середньої течії, ріка тече на II терасі Дніпра і Прип'яті. Долина місцями утворює значні озероподібні розширення. Є підстави вважати, що вона успадкувала древню озерну котловину.

Матеріали свердловин і шурфів свідчать, що третинні відкладення представлені зеленуватими і темними глинисто-піщаними породами і темно-зеленими пісками. Четвертинні відкладення суцільним плащем вкривають територію басейну Брагінки. Давньоалювіальні відкладення представлені пісками сірого кольору з прошарками супісків і суглинків.

Заплава Брагінки дуже заболочена. Товща торфу від 1 до 6 *м*. Грунтові води місцями виходять майже на поверхню. Середня глибина їх залягання 90—60 *см*.

Початок заболочуванню дали води останнього зледеніння. Цьому сприяв рельєф з великою кількістю западин, а також геологічна будова.

Незважаючи на заболоченість, територія влітку висихає, і протягом 1,2—2,5 місяців спостерігається значне падіння рівня грунтових вод. В зв'язку з цим осушувальні роботи в басейні Брагінки необхідно поєднувати з будівництвом шлюзів і малих водосховищ (ставків), за допомогою яких можливе регулювання рівня грунтових вод.

Ф. С. БУЧИЛО

ОПЫТ ТИПОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕ-СИБИРСКОГО ЛЕСОСТЕПЬЯ

В решениях XX съезда КПСС указывается, что интересы дальнейшего развития производительных сил страны и увеличения объема промышленного и сельскохозяйственного производства настоятельно требуют вовлечения в хозяйственный оборот новых источников сырья, топлива, электроэнергии и, прежде всего, мобилизации огромных природных сельскохозяйственных ресурсов восточных районов Советского Союза.

В связи с этим уже развертываются комплексные работы по изучению производительных сил и природных ресурсов, а также по созданию энергетических производств в Средней Сибири на базе Иркутской и Братской гидроэлектростанций.

Наряду с организацией и развитием в Средней Сибири новой мощной индустриальной базы, здесь планомерно будет создаваться и развиваться новая социалистическая житница, особенно в Приангарье и Заангарье Средне-Сибирского лесостепья.

Исходя из таких задач, нам представляется весьма целесообразным и своевременным всестороннее изучение природного комплекса географических ландшафтов конкретных географических районов Приангарья и Заангарья, изучение, направленное на выявление и рациональное исследование производительных сил и, в частности, природных сельскохозяйственных ресурсов Средне-Сибирского лесостепья.

В самом деле, хотя южная область Средней Сибири отличается еще значительной облесенностью, однако настоящей тайги, которая еще не в столь отдаленные времена господствовала там, теперь уже нет.

На месте бывшей тайги громадные пространства занимают гари, лесостепные районы с наличием значительных степных участков. Такие изменения ландшафтов повлияли на процессы почвообразования в южной области Средней Сибири. Правда, почвы этой области, на основании широтного залегания, по аналогии были отнесены большинством исследователей в основной массе к подзолистым, однако отсутствие в почвах юга Средней Сибири типичных, хорошо выраженных признаков оподзоленности заставило сделать соответствующие замечания и добавления к названию той или иной разновидности почв. В силу таких причин для Сибири были выделены особые разности подзолистых почв, например, скрытоподзолистые, черноземовидные и др.

Наличие на юге Средней Сибири еще значительной лесной площади, сравнительно достаточное количество осадков, особенно в летний период, и черноземостепные процессы почвообразования говорят о том, что рассматриваемые нами районы Средней Сибири следует отнести к лесостепной области, переходящей в наиболее обширных местах в сплошные степные массивы.

Господствующие леса — смешанные сосново-березово-осиновые с преобладанием сосны занимают водоразделы и возвышенные места. Они сменили бывшую здесь некогда кедрово-пихтовую тайгу, исчезнувшую в настоящее время почти совершенно. Остатки кедрово-пихтовой тайги встречаются в виде отдельных небольших участков ближе к оси Березового хребта.

Тайга с моховым покровом, препятствующая доступу света к почве, держит мерзлоту на малой глубине, что способствует заболачиванию и большой сырости местности. В светлых сосновых лесах с преобладанием травянистого покрова почва получает больше тепла и света, уровень мерзлоты спускается глубже, вместо глеевых процессов развиваются подзолообразовательные. Почва осушается, появляются бурые скрытоподзолистые почвы.

С понижением рельефа полоса этих лесов сменяется лесами с преобладанием березы или чаще чистыми березняками с редкой древесной растительностью, с густым и мощным травяным покровом. Эти леса в большом количестве сведены человеком, на месте их имеются или роскошные суходольные луга, или сплошные целинные и залежные земли, а отчасти и пашни. Почвы, подстилающие район березовых лесов, темно-серые, слабоподзолистые. На таких лесных лугах и перелесках кончается область лесов, последующие лугово-степи переходят в сплошную область.

Лугово-степи представлены разнотравно-злаковой ассоциацией с преобладание бобовых. Эти пространства, занимая средние части склонов, покрытые маломощными «выщелоченными» черноземами, почти целиком распаханы.

Степная растительность, представленная по преимуществу полынными степями, приурочена к перегнойно-карбонатным почвам. Полынная степь вклинивается в лесную зону узкими полосами, будучи связана исключительно с долинами рек.

Наконец, полынные степи склонов переходят в долинах рек в солонцеватые разнотравно-осоковые луга, располагаясь на слабо- и сильнозасоленных дерновых почвах.

На основании данных как полевых и лабораторных исследований, так и обобщения литературных материалов мы приходим к выводу, что современные географические ландшафты южной области Средней Сибири являются результатом сложной связи и взаимодействия своеобразных условий их формирования и развития. Эти своеобразные условия выражаются в следующем.

Огромные пространства южной области Средней Сибири некогда были заняты тайгой, которая после больших лесных пожаров и активного вмешательства человека в значительной степени замещается лесостепьем с хорошо развитой степной травянистой растительностью и сосново-лиственными лесами.

В ландшафтно-географическом отношении эта область Средней Сибири входит в состав лесостепной зоны, которая здесь на севере граничит с тайгой, а на юге — с горно-таежными районами Саян. Обширные пространства своеобразной Средне-Сибирской лесостепи с весьма плодородными почвами в значительной части представляют собою целинные земли,

которые лишь частично использованы под пашни, сенокосы и пастбища, а частью покрыты сосново-лиственными лесами.

В сложных процессах формирования современных ландшафтов Средне-Сибирского лесостепья нами намечается следующая предварительная схема этих ландшафтов:

1. Лесо-таежные ландшафты;
2. Ландшафты сосново-лиственных лесов;
3. Лесостепные ландшафты;
4. Лугово-степные ландшафты;
5. Степные ландшафты.

1. Лесо-таежные ландшафты занимают северные склоны и предгорья Восточных Саян от Енисея на западе до южного Байкала на востоке. Севернее означенной таежной полосы простирается полоса лесостепья с наличием значительных степных пространств. В этой своеобразной Средне-Сибирской лесостепи встречаются островами таежные массивы сосновых лесов с наличием ели и кедра.

Такие реликтовые таежные массивы заходят в лесостепь заливами с юга от предгорий.

2. Ландшафты сосново-лиственных лесов — это смешанные сосново-березово-осиновые лесные массивы. Они развиваются на местах некогда бывшей тайги и покрывают преимущественно наиболее возвышенные места междуречий. Ниже смешанных лесов располагаются березовые пролески. Все эти леса развиваются на бурых суглинистых скрытоподзолистых почвах. Вследствие молодого возраста хозяйственное значение их невелико. Поэтому местное население вырубает их на дрова, а освобождаемые массивы отводит под луга и частично под пахоти, особенно из-под березовых лесов, которые почти всегда расположены на доступных по рельефу местах.

3. Лесостепные ландшафты имеют здесь своеобразные черты, характерные лишь для Средней Сибири. Это перемежающиеся небольшие степные, лугово-степные и луговые участки, между которыми размещаются небольшие пролески смешанных сосново-лиственных и реликтово-таежных лесов, которые служат эмблемой Средне-Сибирского лесостепья, подобно березовым колкам Западно-Сибирской лесостепи. Среди других ландшафтов лесостепные ландшафты на юге Средней Сибири имеют наибольшее распространение. Они занимают наибольшие площади от западных склонов Прибайкальского хребта по обеим сторонам реки Ангары до Братска, а далее левобережьем до восточных склонов Енисейского Кряжа (Канская степь). Поэтому лесостепные ландшафты на юге Средней Сибири в комплексе с лесными и степными массивами формируют своеобразную зону Средне-Сибирского лесостепья.

4. Лугово-степные ландшафты Средней Сибири представляют собою переходную форму от мощных и густых по травостою лугов к скудным и сухим степям. Лугово-степи занимают значительные пространства в зоне Средне-Сибирского лесостепья. Это злаково-разнотравные, с преобладанием бобовых, лугово-степи, которыми покрыты всегда только пологие склоны обычно в своей нижней и средней части. Развиваются они на маломощных черноземах, перегнойно-карбонатных, а также на черноземовидных почвах. Злаково-разнотравные лугово-степи занимают значительные площади по всему Средне-Сибирскому лесостепью. Наиболее типично выражены лугово-степные ландшафты в системе реки Уды, на высоте 470—540 *м* над уровнем моря, на средних участках увальных массивов, подходящих к реке Уде.

5. Степные ландшафты в зоне Средне-Сибирского лесостепья имеют значительное распространение. Кроме отдельных степных и лугово-степных пятен лесостепных ландшафтов, они занимают здесь обширные степные пространства: степи Иркутские, Черемховские, Верхоленские, Балаганские, Куйтунские, Тайшет-Канские и другие. Степные ландшафты формируются преимущественно на территории более или менее широких речных долин, на южных пологих увальных окончаниях возвышенностей, переходящих постепенно в долины рек (например, рек Иды, Осы и др.), а также в огромных падях среди окружающих всхолмлений. Степные ландшафты Средне-Сибирского лесостепья формируются преимущественно в условиях развития следующих степных групп: полынных агиновых степей и сухих каменистых степей крутых склонов.

1) Ландшафты полынных степей формируются преимущественно на южных экспозициях пологих склонов. Полынные степи приурочены здесь к высоте от 500 до 400 *м* над уровнем моря. Полынные агиновые степи обычно ботаники расчленяют здесь на: а) агиновые степи и б) агиново-разнотравные степи.

2) Сухие каменистые степи крутых склонов встречаются по всей зоне Средне-Сибирского лесостепья, где только склоны становятся крутыми и каменистыми. Особенно распространены эти степи по долине реки Иды. Почвы сухих каменистых степей — скелетные, большей частью перегнойно-карбонатные, покрытые с поверхности щебнем и обломками горных пород.

Степные ландшафты Средне-Сибирского лесостепья имеют огромное народнохозяйственное значение. Это высокоплодородные и пахотнопригодные площади, вполне доступные и по рельефу под машинную обработку. Между тем, огромные степные пространства используются здесь лишь в незначительной степени под распашку, главным же образом они составляют целинные и залежные земли или сенокосные и выгонные угодья.

Таким образом, приведенные в настоящем сообщении положения с достаточной убедительностью свидетельствуют о том, что дальнейшее всестороннее изучение сложного природного комплекса географических ландшафтов Средне-Сибирского лесостепья представляет собою значительный научный и народнохозяйственный интерес. Это весьма актуальная и своевременная тема первоочередных проблем по изучению производительных сил и природных ресурсов юга Средней Сибири.

Примітка. Статті цього розділу надійшли до видавництва у червні 1956 р.

Доповіді та повідомлення
Львівського державного університету імені Ів. Франка
Випуск VII, частина III 1957

БІОЛОГІЯ

І. В. БОГОВИК

АНАЛІЗ ФЛОРИ ІРЖАСТИХ ГРИБІВ ЗАХІДНИХ ОБЛАСТЕЙ УРСР

Іржасті гриби (порядок *Uredinales*) привертають до себе увагу в зв'язку з багатством видового складу, різноманітністю форм спороношення, різногосподарністю одних, одногосподарністю інших, повним та неповним циклом розвитку, паразитизмом. Іржасті гриби — паразити багатьох судинних рослин, в тому числі і сільськогосподарських, що призводить до втрат врожаю.

Для пізнання флори іржастих грибів СРСР багато зробили радянські мікологи. Великим внеском у справу вивчення іржастих грибів СРСР є монографія В. Г. Траншеля «Обзор ржавчинных грибов СССР» (1939). Значним внеском у справу пізнання цих грибів як збудників іржі хлібних злаків є монографія Н. А. Наумова (за участю Є. Є. Гешеле та А. А. Ширікової) «Ржавчина хлебных злаков в СССР».

Флора іржастих грибів різних районів Радянського Союзу вивчена не однаково. Монографія Траншеля не охоплює однаково повно усіх районів території Радянського Союзу, тим більше, що після виходу в світ цієї монографії в нашій країні сталися територіальні зміни: возз'єднані з Радянським Союзом західні області УРСР, західні області БРСР і т. д. Тому виникає необхідність в дослідженні іржастих грибів в окремих радянських республіках, краях, областях. У 1952 р. була опублікована монографія С. А. Гуцевич «Обзор ржавчинных грибов Крыма».

Західні області УРСР — найменш досліджений в мікологічному відношенні район Радянського Союзу. Раніше мікологічні спостереження робилися тут не систематично і переважно аматорами. За період з 1886 по 1939 р. надрукували списки грибів Крупа (*Krupa*), Намисловський (*Namyslowski*), Семашко (*Siemaszko*), Врублевський (*Wróblewski*), Гарбовський (*Garbowski*) та інші.

Автор цієї статті збирав протягом майже 10 років гербарій з іржастих грибів західних областей УРСР, який включає близько 1500 листів. Опрацювання цього гербарію показало, що в західних областях УРСР зустрічається багато видів іржастих грибів. Деякі види їх (збудники іржі хлібних злаків) особливо широко тут розповсюджені.

Зрозуміло, що ця збірка не включає ще всіх видів іржастих грибів західних областей УРСР, проте вона дає можливість зробити деякі попередні висновки.

На 362 видах (47 родин) судинних рослин — представниках флори західних областей УРСР — знайдені 289 видів іржастих грибів.

Родина *Melampsoraceae* представлена 63 видами, що розподілюються між наступними 14 родами так:

1. *Aecidium*	8 видів	8. *Cronartium*	2 видів
2. *Trachyspora*	1 „	9. *Chrysomyxa*	4 „
3. *Thecopsora*	3 „	10. *Pucciniaster*	5 „
4. *Calyptospora*	1 „	11. *Melampsoridium*	1 „
5. *Hyalospora*	1 „	12. *Melampsorella*	4 „
6. *Uredinpsis*	1 „	13. *Melampsora*	19 „
7. *Schroeteriaster*	1 „	14. *Coleosporium*	12 „

Родина *Pucciniaceae* представлена 226 видами, що розподіляються між наступними 10 родами так:

1. *Caeoma*	2 видів	6. *Gymnosporangium*	4 видів
2. *Ochrospora*	1 „	7. *Uromyces*	43 „
3. *Phragmidium*	10 „	8. *Puccinia*	158 „
4. *Triphragmium*	3 „	9. *Transchelia*	3 „
5. *Gumminsuella*	1 „	10. *Xenodomus*	1 „

Певний інтерес являють 60 видів грибів, з яких 17 видів не вказані для СРСР в монографії Траншеля і, отже, є новими для Радянського Союзу. Ці види такі: *Aecidium aposeridis* Syd. На *Aposeris foetida Less.; Aecidium leucanthemum DC* на *Chrysanthemum leucanthemum* L.; *Coleosporium seneciunis* (Pers.) Fr. На *Senecio aquatica Huds.*; *Uromyces phyteumatum* (*DC*) Unger на *Phyteuma spicatum* L.; *Uromyces carpaticus* Nam. На *Geranium phaeum* L.; *Schroeteriaster alpinus* (Schr.) Magn. На *Rumex alpinus* L.; *Puccinia senecionis* Libert. На *Senecio nemorensis* L.; *P. soldanella (DC)* Fuck. На *Soldanella montana* Mik.; *P. pimpinella-bistortae* Somad; На *Pimpinella major* (*L.*) Huds.; *P. prenanthis* Lin. на *Lactuca muralis* (L.) Fries.; *P. conglomerata* (Str.) Schm. На *Homohyne alpina* (L.) Cass.; *P. acanthii* Syd. На *Onopordon asanthium* L.; *P. austranthii* Syd. На *Austranthia major* L.; *Gumminsuella sanguinea* (*Pers.*) Arth. На *Berberis (Mahonia) aquifolium* Purch.; *Phragmidium rosae-alpinae* (DC) Schröt. На *Rosa alpina* L.; *Coleosporium doronici* Namysl. На *Doronicum Austriacum* Jacq.; *Puccinia doronici* Niessl. На *Doronicum Austriacum* Jacq.

Подані нижче види іржастих грибів раніше не були відомі для УРСР: *Puccinia reticulatus* (Thüm.) Bub. На *Allium victorialis* L.; *P. solidaginis* (Sommer.) *Niessl.* На *Solidago virgaurea* L.; *P. poa Rbh.* На *Poa pratensis* L.; *P. Thapsi* (Opiz.) Bub. На *Verbascum thapsus* L.; P. *saniculae* Grev. На *Sanicula europea* L.; P. *bupleuri* Rud. На *Bupleurum exaltatum* M. B.; *P. poludosa* Plowr. На *Pedicularis sceptrum-carolinum* L.; *P. obscura* Schröet. На *Luzula pilosa* L.; *P. Magnusiana* Körn. На *Ranunculus repens* L.

На перерахованих нижче видах рослин-живителів вказані нижче види іржастих грибів наводяться для СРСР вперше.

1. *Alchimilla alpestris* Schum.	*Trachyspora alchimillae* Fuck.
2. *Allium schoenicephalum* L.	*Uromyces apisporum* Haiszlins.
3. *Alectorolophorus major* (Erchr.)	*U. euphrasiae* (Schum.) Wint.
4. *Carex pulicaris* L.	*P. caricis* (Schum.) Reb.
5. „ *brizoides* L.	*P. silvatica* Schröt.
6. *Centaurea mollis* L.	*Puccinia verruca* Thüm.
7. *C. nigra* L.	*P. centaurea* Mart.
8. *Epilobium angustifolium* L.	*P. epilobii* DC.
9. *Euphorbia platyphylla* L.	*Melampsora euphorbiae* Cast.
10. *Geranium columbianum* L.	*Uromyces geranii* (DC) Otth.
11. *Hieracium auranticum* L.	*Puccinia hieracii* (Schum.) M.
12. *Lathyrus silvestris* L.	*Uromyces Pisi* (Pers.) Schröt.
13. *Malachium aquaticum* L.	*Melampsorella cerastii* Mart.
14. *Melampyrum silvaticum* L.	*Coleosporium melampyri* Kleb.
15. *Mulgedium alpinum* Cass.	*Puccinia mulgedii* Syd.
16. *Malva crispa* L.	*P. malvacearum* Mont.
17. *Odontites serotina* Lam.	*Coleosporium euphrasiae* Schum.
18. *Primula minima* L.	*Uromyces apisporus* Haiszl.
19. *Ranunculus alpestris* L.	*U. ficariae* (Schum.) Lev.
20. *Rumex crispus* L.	*U. rumicis* (Schum.) Wint.
21. *R. conglomeratus* M.	*U. rumicis* (Schum.) Wint.
22. *Salix purpurea* L.	*Melampsora ribisii-purpurea* K.
23. *S. rosmarinifolia* L.	*M. repentis* Plowr.
24. *S. viminalis* L.	*M. Larici-epitea* Kleb.
25. *Silaus pratensis* B.	*Puccinia bullata* (Pers.) Wint.
26. *Allium oleraceum* L.	*P. Allii* DC.
27. *Circaea intrmedia* Erhrh	*P. circeae* Pers.
28. *Scorzonera purpurea* L.	*P. scorzonearum* Month.
29. *Waldstenia geoides* W.	*P. Waldstenii* Gurt.
30. *Veratrum album* L.	*Uromyces veratri* (DC.) Winter.
31. *Valeriana* sp.	*U. valerianae* (Schum.) Fuck.
32. *V. montana* L.	*U. valerianae* (Schum.) Fuck.
33. *V. tripteris* L.	*U. valerianae* (Schum.) Fuck.

Puccinia menthae Pers. знайдено в ботанічному саду Львівського державного університету ім. Ів. Франка на новій для цього виду іржастого гриба рослині — *Hyssopus officinalis* L., а *Melampsorella cerastii,* знайдена в 1946 р. в околицях м. Львова на *Malachium aquaticum* L.

Заслуговує на увагу той факт, що, починаючи з 1951 р., в західних областях УРСР почав інтенсивно розвиватися на пшениці іржастий гриб *Puccinia glumarum* (Schum.) Eriks.

Раніше цей вид іржастого гриба зустрічався тут порівняно

рідко і то головним чином на дикоростучих злаках та в поодиноких випадках на озимині восени.

Puccinia maydis Ber. зустрічається в західних областях УРСР скрізь. В Закарпатській області цей гриб в значній мірі пошкоджує кукурудзу. В Закарпатській області в уредо- і телейтоспорокупках *P. maydis* Ber. часто зустрічається паразит *Darlusa filum* (Bivon) Cast.

Зараженість спорокупок *P. maydis* Ber. грибом-паразитом досягала 10—20%.

Darluca filum (Bivon) Cast. виявлено також в спорокупках *Puccinia triticina* в околицях м. Львова у 1955 р.

І. В. БОГОВИК

ГЕЛЬМІНТОСПОРІОЗ КУКУРУДЗИ В ЗАХІДНИХ ОБЛАСТЯХ УРСР

Практика вирощування кукурудзи в нашій країні показала, що важливою умовою одержання високих урожаїв цієї культури є боротьба з хворобами, які її пошкоджують.

Для кукурудзи, за свідченням А. А. Ячевського (5), відомо було на початку 30-х років близько 56 захворювань. У Радянському Союзі спостерігалося 18 видів хвороб, серед яких 4 захворювання (гнилі початків та пухирчаста сажка) зустрічалися часто та призводили до значних втрат урожаїв кукурудзи. Н. Н. Лавров (2) виявив на кукурудзі в Сибіру 21 захворювання, Н. М. Підоплічко (3) наводить 18 видів грибів, що пошкоджують цю культуру.

В США, за даними Г. Уоллес та Е. Брессман (4), найбільш поширеними є 19 видів грибних, бактеріальних та вірусних хвороб кукурудзи. Ці автори згадують серед хвороб кукурудзи і гельмінтоспоріоз, що його збудником є два види грибів з роду *Helminthosporium: H. turcicum, Pass.* та *H. zcicola Stout.* Останній пошкоджує лише стебла. Цей вид гельмінтоспоріозу відомий лише для Північної Америки. *H. turcicum*, пошкоджуючи листя, викликає його плямистість. Цей вид гельмінтоспоріозу зустрічається, крім Північної Америки, в Європі та Азії.

За відомостями А. А. Ячевського (5), гельмінтоспоріоз кукурудзи (збудник *H. turcicum*) в Радянському Союзі мало поширений. Н. Н. Лавров (2) спостерігав його в Алтайському краї (Барнаульська округа) та на Далекому Сході. Н. М. Підоплічко (3), згадуючи про знаходження *H. turcicum* в Радянському Союзі, на жаль, не вказує пунктів, де цей гриб виявив автор. Інші види роду *Helminthosporium* на

кукурудзі, які наводять Ячевський (5) та Рабенхорст (8), в Радянському Союзі не зустрічаються.

В фітопатологічній та мікологічній літературі, яка стосується західних областей УРСР, ні *H. turcicum*, ні інші види роду *Helminthosporium* для кукурудзи не наводяться. За відомостями Ліндау (8), *H. turcicum* зареєстровано на зів'ялому листі сорго та кукурудзи разом з *Cladosporium herbarum* і *Alternaria tenuis* в Північній Італії, а також на *Setaria viridis* в Ютландії.

Ф. Е. Немлієнко (1) наводить для УРСР 9 найбільш поширених грибних та бактеріальних захворювань кукурудзи, серед яких гельмінтоспоріоз не згадується. Г. Уоллес та Е. Бресман (4) вважають, що у США (штат Айова) найбільш поширені 10 хвороб кукурудзи, від яких щорічно гине в середньому 22% рослин цієї культури. Ці автори також не згадують гельмінтоспоріозу серед найбільш поширених хвороб кукурудзи в США.

Кукурудза відома в Західних областях УРСР дуже давно. Вона згадується в літературних джерелах 1859 р. (6) та інших (7). Давно відомі тут на кукурудзі такі хвороби, як пухирчаста сажка та іржа. Гельмінтоспоріоз кукурудзи — хвороба тут відносно нова. Вона почала проявлятися тут в останні 2—3 роки. Було звернено увагу, що на кукурудзі, в посівах переважно колгоспників на присадибних ділянках, передчасно (в другій половині серпня) засихає, звішується та робиться ламким листя. Було помічено, що передчасному засиханню листя передує зв'явлення на ньому плям уздовж листків 2—3 *см* шириною та 5—10 *см* довжиною. На кожному листку зустрічається до 10 таких плям. Вони зливаються й викликають передчасне відмирання та засихання пошкодженого листя. Було також виявлено, що головна листкова жилка кожного пошкодженого гельмінтоспоріозом листка з відмерлою пластинкою якийсь час залишається зеленою та живою.

На плямах з обох боків листкової пластинки розвивається конідіальне спороношення гриба-збудника хвороби, що, як показали мікроскопічні дослідження, належить лише грибу з роду *Helminthosporium*. Інших видів грибів на цих плямах не виявлено.

Конідієносці виявленого тут на кукурудзі гриба з роду *Helminthosporium* розвиваються поодинці, а частіше в пучках з обох боків листка на плямах. Вони прямі або трохи зігнуті, з кількома поперечними перегородками, 170—206 мікронів довжини на 7,5—11 мікронів товщини. Конідії веретеновидні, прозорі, з заокругленими кінцями, ясно-брунатного забарвлення, з 3—9 поперечними перегородками, 68—160 мікронів довжини та 20—32 мікрони товщини.

Конідіальне спороношення збудника гельмінтоспоріозу кукурудзи на пошкодженому листі розвивалося масово. Було виявлено, що конідії гриба здатні проростати у висячій краплі води з водогону зразу після утворення. Росткові трубочки дають одну або дві крайні клітини конідії. Росткові трубочки в наших дослідах не досягали великих розмірів і не розвивалися в міцелії.

Вид *Helminthosporium*, що зустрічається на кукурудзі в західних областях УРСР, відрізняється від *H. turcicum*, а також від *H. zeicola* розмірами конідієносців та конідій, а також числом поперечних перегородок в останніх, що не дає підстав для індентифікації його ні з першим, ні з другим видами. Тимчасово, до більш докладного вивчення з різних районів ми залишаємо його невизначеним (*Helminthosporium sp.*).

Гельмінтоспоріоз кукурудзи спостерігався в різних районах Львівської, Тернопільської, Дрогобицької, Станіславської та Закарпатської областей. В багатьох випадках посіви кукурудзи були пошкоджені ним на 100%. Це сталося, наприклад, на присадибних ділянках та на посівах робітників і службовців в околицях м. Львова, де посіви завжди були надмірно загущеними, а рослини кукурудзи ослабленими. В ряді посівів кукурудза була ослаблена несприятливими грунтовими умовами: високим стоянням грунтових вод, застоюванням дощових вод.

Загущені посіви кукурудзи в колгоспах, наприклад, в колгоспі с. Підберізці, Винниківського району, Львівської області, в 1955 р. також були пошкоджені гельмінтоспоріозом на 100%.

Кукурудза в колгоспах ім. Димитрова (Закарпатська область), ім. Калініна (Львівська область), де ця культура була посіяна квадратно-гніздовим способом, не згущено, добре доглядалася, очищалася від бур'янів, була пошкоджена в 1955 р. незначно.

Отже, висока агротехніка вирощування кукурудзи, квадратно-гніздовий спосіб посіву, старанний догляд за посівами, застосування високоякісного гібридного насіння районованих сортів запобігатимуть пошкодженню кукурудзи гельмінтоспоріозом. Г. Уоллес та Е. Брессман (4) повідомляють, що в США селекціонери вивели сорти кукурудзи, стійкі проти ряду хвороб, в тому числі і проти гельмінтоспоріозу. Ці автори пишуть також, що за умов низької родючості грунту або за недостачі в грунті потрібних кукурудзі елементів живлення хвороби пошкоджують її сильніше. Висновок з цього зрозумілий.

В зв'язку з тим, що гельмінтоспоріоз кукурудзи — хвороба відносно нова в західних областях УРСР, потрібно, поряд

з застосуванням високої агротехніки її вирощування, організувати дослідження, щоб з'ясувати, де та на яких рослинах розвивається збудник хвороби весною та в першій половині літа, тобто перед тим як перейти на кукурудзу. Потрібно знайти рослин-живителів збудника гельмінтоспоріозу кукурудзи, а також вживати спеціальних заходів боротьби з хворобою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Н. Н. Лавров. Флора грибов и слизевиков Сибири. Вып. 3. Микрофлора хлебных злаков. Томский университет им. В. В. Куйбышева. Томск, 1948.
2. Ф. С. Немлієнко. Незримі вороги кукурудзи. «Наука і життя» № 6, 1955.
3. Н. М. Пидопличко. Грибная флора грубых кормов. Издательство АН УССР, Киев. 1953.
4. Г. Уоллес и Е. Брессман. Кукуруза и ее возделывание. ИЛ, М., 1955.
5. А. А. Ячевский. Справочник фитопатологических наблюдений. Л., 1931.
6. F. Herbich. Flora der Bucovina—Leipzig, 1859.
7. Armin Knapp. Die Bisher bekannten Planzen Galiziens und der Bucowina. Wien, 1872.
8. Rabenhorst. Kryptogamen Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. VII. Abtheilung — Fungi imperfecti. Leipzig, 1903.

Є. І. ШИШОВА

ПРО ВЗАЄМОВІДНОСИНИ СОСНИ І ДУБА В ДЕЯКИХ ТИПАХ СКЛАДНИХ БОРІВ

Сосна і дуб є найбільш важливими лісоутворюючими породами на Європейській рівнині. Ці породи мають величезне народногосподарське значення і ростуть разом на значних територіях, утворюючи змішані дубово-соснові ліси. Вивчення взаємовідносин між сосною і дубом у різних типах лісу становить великий теоретичний і практичний інтерес.

Ми проводили дослідження в лісових масивах Київської і Черкаської областей (Боярський район, Черкаський Бор), де широко розповсюджені типи, що відносяться, до групи складних борів — *Pineta Composita.*

Найбільш розповсюдженим типом цієї групи є сосняк орляково-дубовий (*Pinetum pteridioso-quercetosum*). Він широко репрезентований і в основному своїому виді, і значною кількістю похідних типів, що утворилися внаслідок пожеж, рубки, випасу худоби та інших екзогенних факторів (похідні типи: сосняк орляково-дубовий з березою, сосняк куничниково-

дубовий з осикою, сосняк орляковий, сосняк дубовий з кострицею, сосняк з кострицею, сосняк ракитниково-орляковий, сосняк ракитниково-дубовий, рідкий сосняк з густим підростом сосни і дуба та інші). Даний тип, разом з своїми похідними, характеризується пануванням сосни в деревостої та пригніченим дубом у другому ярусі (сосна завжди 1-го, а дуб 3-го бонітету). В трав'яному покриві переважає папороть орляк, іноді до нього приєднуються деякі види злаків і бобових.

Підлісок звичайно рідкий або зовсім відсутній. Умови місця зростання — рівні, дещо підвищені місцеположення з супіщаними грунтами.

Другий тип — дубо-сосняк з ліщиною (*Querceto — pinetum corulosum*) зустрічається рідше, ніж попередній, але характеризується більш сприятливими грунтовими умовами. Він розвивається на потужних супісках, що переходять в суглинки, і це накладає відбиток на характер взаємовідносин порід. Дуб виходить в 1-ий ярус, бонітет його поліпшується з 3 у 2-ий. Склад деревостою збагачується новими видами, до сосни і дуба приєднуються граб і клен гостролистий, густий підлісок з ліщини утворює зімкнуту запону. Це відбивається і на нижніх ярусах: у трав'яному покриві починає грати домінуючу роль широкотрав'я (медунка, копитняк), а папороть орляк, що панував у першому типі, відступає на задній план. Подальший розвиток типу дубо-сосняка з ліщиною буде йти в бік збільшення ролі дуба та його ряснолистних супутників у деревостої. Наступний крок у розвитку цього типу — перехід до групи *Querceta* — дубових лісів, якщо не втрутяться екзогенні фактори. Сосна тут природно не може підтримуватися, оскільки вона зовсім не забезпечена відновленням.

Проміжне положення між цими двома типами займає сосняк широкотравно-дубовий (*Pinetum nemoroso — quercetosum*). Можливо, що він носить дещо похідний характер. Характерним для цього типу є густий другий ярус з дуба та дібровне широкотрав'я у трав'яному покриві. Грунти тут багатші і потужніші (сірі лісові супіски) у порівнянні з першим типом сосняка орляково-дубового. Сосновий деревостій 1-го ярусу значно зріджений, що сприяє зростанню дуба, який має всі дані вийти до 1-го ярусу і посісти панівне становище. В цьому типі ми бачимо ніби проміжну ланку між типом сосняка орляково-дубового і дубо-сосняка з ліщиною. Тип *Pinetum coruloso—quercetosum* — сосняк дубовий з ліщиною зустрічається досить рідко і за умовами місцезростання мало відрізняється від сосняка орляково-дубового. За відсутністю зімкненого 2-го ярусу, репрезентованого лише одиничними дубами, густо розростається ліщина, створюючи запону підліска, що перешкоджає розвиткові трав'яного покриву. Останній внаслідок цього носить куртинний характер, будучи

репрезентований небагатьма тіневитривалими видами (веснівка, конвалія, зірочник лісовий та ін.).

Дубо-сосняк призаплавний (*Querceto — pinetum subinundatum*) зустрічається поблизу річкової заплави, розвиваючись на свіжих супіщаних грунтах, що мають характерний глейовий горизонт. В деревостої дуб і сосна панують у 1-му ярусі, причому дуб одинично входить і до 2-го ярусу. Підлісок відсутній, трав'яний покрив соковитий, мезофільний, з переважанням куничника лісового, тонконога лісового, гравілату міського, а місцями ракитника (особливо на ділянках зі слідами минулих пожеж).

Типи *Pinetum tilioso-quercetosum* (сосняк липово-дубовий) та *Pinetum filicoso quercetosum* (сосняк папоротньо-дубовий) зв'язані зі зміною рельєфу. Сосняк липово-дубовий зустрічається по балках і відрізняється більш складною сполукою. Коли в других типах ми знаходимо найчастіше всього двоярусний деревостій, що складається з сосни в 1-му, і дуба — у 2-му ярусі, то тут завдяки збільшенню вологості і багатству грунту, обумовлених рельєфом, в деревостої присутні деякі супутники дуба — липа та ільм.

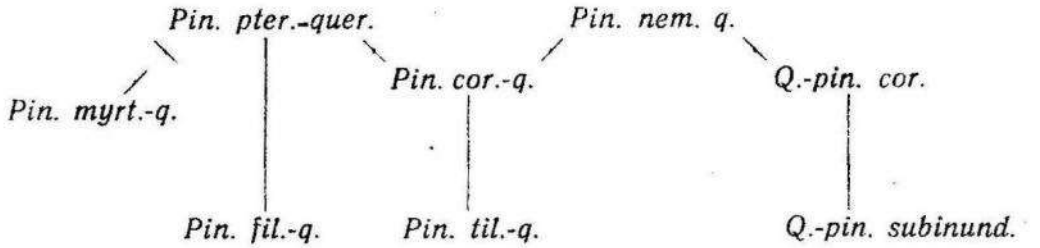
Проте умови не настільки сприятливі для зростання цих порід, щоб вони змогли ввійти до складу верхнього ярусу, і через те вони утворюють лише підлісок. Дуб кращого стану, 2-го бонітету.

Більш сприятливі грунтові умови відбиваються і на характері трав'яного покриву, репрезентованого гігрофільно-мезофільним крупнотрав'ям (гравілат міський, конвалія, костяниця, герань Робертова та інші).

Сосняк папоротьово-дубовий зв'язаний з дещо пониженим рельєфом і росте в сприятливих умовах зволоження. У трав'яному покриві переважають чоловіча і жіноча папороті, а також орляк, кропива.

Цікавим є знаходження в деяких місцях типу *Pinetum myrtilloso-quercetosum* (сосняка чорнично-дубового), який є відгоміном більш північних зростань, де він репрезентований більш повно і широко, а тут зустрічається лише невеликими фрагментами. Невелика різниця в грунті (більш бідному) і в рельєфі (дещо пониженому) дає вже можливість існування цього типу, але існування дуже нетривкого. Серед куртин чорниці починає розростатись орляк, і є всі дані для переходу цього типу в сосняк орляково-дубовий, що більше відповідає даним умовам місцезростання.

Наведені корінні типи лісу, об'єднані в одну групу складних борів, можна розмістити, згідно класифікації акад. В. Н. Сукачова, в схему едафо-фітоценотичних рядів типів *Pineta Composita*:



В цій схемі тип *Pinetum pteridioso — quercetosum* займає центральне місце, праворуч від нього — в бік збільшення багатства грунту і поліпшення умов місцезростання — містяться *Pinetum coryloso — quercetosum*, *Pinetum nemoroso — quercetosum* та *Querceto—pinetum corylosum*. Останній безпосередньо межує з дубовими лісами, а нижче від нього, зі збільшенням вологості грунту, поблизу від річкової заплави, знаходимо тип *Querceto — pinetum subinundatum* (дубо-сосняк призаплавний). Вниз від типу *Pinetum preridioso — quercetosum* вміщуємо типи *Pinetum filicoso — quercetosum* та *Pinetum tilioso-quercetosum* в напрямку підвищення вологості і багатства грунту. Ліворуч від типу *Pinetum pteridioso — quercetosum* в бік зменшення багатства і підвищення вологості грунту відводимо місце типові *Pinetum myrtilloso — quercetosum*. Спостерігаються всі переходи від одних типів до других.

У всіх наведених типах лісу ступінь відновлення сосни і дуба різний.

У типі сосняка орляково-дубового знаходимо лише пригнічений, сторчковий підріст дуба, малоперспективний, приблизно 5200 екземплярів на гектарі, різної височини і віку. Відновлення сосни на непорушених ділянках відсутнє внаслідок густого трав'яного покриву, а пізніше — затінення материнської запони. Чудово розвинений підріст сосни знаходимо на ділянках зі слідами пожеж, після яких на галявинах та на узліссях дружно піднімається сосновий підріст віком 15—20 років, висотою від 1,5 до 4 *м*. Дальший розвиток його йде неоднаково в залежності від густоти верхньої запони: при зімкненості крон верхнього ярусу 0,4—0,5 сосновий підріст виживає, при зімкненості 0,7— відмирає. У типах дубо-сосняка з ліщиною, сосняка дубового з ліщиною та сосняка широкотравно-дубового відновлення як дуба, так і сосни цілком відсутнє. В типі дубо-сосняка призаплавного знаходимо під запоною та у вікнах підріст дуба місцями до 10000 екземплярів на гектарі висотою 0,3—2 *м*, різного віку. Стан його мало задовільний. На узліссі зустрічаємо відновлення сосни групового характеру (за наявності слідів пожежі), до 11200 екземплярів на гектарі, висотою 0,5—2 *м*, віком 10—15 років.

В типі сосняка липово-дубового є лише дуже слабке відновлення дуба, приблизно 4800 екземплярів на гектарі, заглушуване запоною підліска та верхніх ярусів. Сосна тут не відновлюється.

Подібну ж картину можна спостерігати і в типі сосняка папоротньо-дубового, де знаходимо рідкий сторчковий підріст дуба при цілковитій відсутності соснового.

Нарешті, в типі сосняка чорнично-дубового зустрічається відновлення дуба до 23200 екземплярів на гектарі (висотою 0,2—2 *м*, 5—10-річного віку), що успішно вибивається вгору.

Таким чином, дуб відновлюється майже в усіх типах, за винятком тих, де є густий підлісок. В розподілі дубового підросту звичайно не спостерігається певної закономірності: його можна знайти і в глибині лісу під запоною, і на узліссях, і в галявинах деревостою.

Підріст дуба пригнічений, сторчковий, хоча в кількісному відношенні питома вага його досить велика. У деяких випадках, користуючись зрідженістю верхнього ярусу, він вибивається до 2-го ярусу, але і тут доля його незавидна, оскільки він здебільшого неспроможний конкурувати з сосною в 1-му ярусі.

Відновлення сосни у всіх типах без впливу екзогенних факторів не забезпечене. Ми знаходимо рясний сосновий підріст лише в тих місцях, де відбулася колись пожежа. Побіжні низові пожежі, знищуючи трав'яний покрив і лісову підстилку, сприяють відновленню сосни. Підріст сосни завжди групового характеру, розміщується на узліссях, на великих галявинах деревостою.

Доля соснового підросту багато в чому залежить від стану материнської запони: при рідкому деревостої підріст сосни цілком благонадійний і успішно конкурує з дубовим підростом, а за більшої зімкненості верхньої запони в масі відмирає (ми знаходили цілі групи підросту сосни, що гине під більш зімкненою запоною).

Таким чином, пожежі сприяють відновленню сосни, отже, і підтриманню дубово-соснових деревостоїв з пануванням сосни, перешкоджаючи заміні її дубом.

О. А. ЩЕРБИНА

ПРО ВИКОРИСТАННЯ ДЕКОРАТИВНИХ ДЕРЕВ І КУЩІВ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ ШЛЯХІВ

Під час проведення інвентаризації культурної дендрофлори західних областей УРСР ми звернули увагу на різноманітний асортимент рослин, що використовуються в Дрогобицькій області для озеленення шляхів. Крім лісових порід, які широко вживаються для обсаджування шляхів (липа дрібнолиста,

береза бородавчаста, чорна тополя, ясен звичайний, біла верба), тут використовуються плодові дерева, декоративні кущі і дерева.

Дорослі, рясно плодоносячі, з добре сформованими кронами яблуні і черешні ростуть уздовж шосе Комарно—Рудки, Стрий—Дашава (на ділянці між селами Слобідка—Підгірці). Шосе Крисовичі — Гусаків від садиби Крисовицької МТС на протязі одного кілометра обсаджене кінськими каштанами, стовбури яких мають в поперечнику від 40 до 70 *см*. Уздовж шосе Стрий—Дашава—Журавно на ділянках між селами Підгірці і Олексичі, Нове Село і Янківці,— густі шпалери таволги верболистої, між селами Йосиповичі—Корналівка — шпалери рози зморшкуватої, а на ділянці між селами Антонівка—Мазурівка— куляста форма білої акації (*Robinia pseudacacia f. umbraculifera* Д. С.), прищеплена на високих штамбах, з густими темнозеленими кронами, які без спеціального догляду зберігають властиву їм правильну кулясту форму. В парках західних областей УРСР куляста форма білої акації зустрічається дуже рідко, а для обсаджування шляхів ніде на території УРСР не вживається. Не втрачаючи восени довгий час листя, яке не жовтіє від морозів, вона добре вирисовується темними кронами на фоні пожовклої трави і дерев, позбавлених листя, і робить шосе добре помітними здалека; шпалери кущів добре захищають шосе від снігових заметів. Позитивний результат озеленення шляхів Дрогобицької області декоративними деревами і кущами дає підставу працівникам зеленого будівництва сміливіше відходити від обмеженого шаблонного стандарту (Лунц,1952) і широко використовувати різноманітну і багату декоративну дендрофлору для озеленення шляхів.

О. А. ЩЕРБИНА

ПАРК У ЖУРАВНО

Протягом ряду років ми проводили детальне дендрологічне обслідування зелених насаджень Дрогобицької області, маючи перед собою завдання виявити раніш інтродуковані декоративні дерева і кущі, що можуть бути використані як вихідний матеріал для просунення їх шляхом насіннєвого відтворення далі на північ і схід.

Серед численних парків Дрогобицької області заслуговує на увагу парк у районному центрі Журавно. Журавно розташоване в межах Прикарпаття (Стрийсько—Свічське межиріччя, на правому березі Дністра, між гирлами рік Крихівка і Свіча, на висоті близько 250 *м* над рівнем моря).

Парк розміщений на правому, високому березі Дністра, на мисі, утвореному заворотом ріки, займає площу біля 4,5 *га*. Насадження дуже розріджене під час війни. Тепер в парку є головним чином дерева великих розмірів, кущів дуже мало. Переважають місцеві лісові породи — липа дрібнолиста, дуб звичайний, ясен звичайний, клен гостролистий, в'яз шаршавий, багато дерев з діаметром стовбура 100—140 *см*.

Дендрологічний склад парку небагатий, значно бідніший, ніж в інших парках Дрогобицької області. Всього в парку виявлено 43 види й форми дерев і кущів, серед яких лише 15 видів екзотів, але деякі з них становлять виключну цінність, досягаючи унікальних розмірів і величезними кронами і потужними стовбурами не поступаючись віковим дубам, липам і кленам парку.

Недалеко від будинку, по обидва боки дороги, ростуть два дерева магнолії гостролистої — *Magnolia acuminata* L. до 28 *м* заввишки. Одно дерево має 130 *см* в діаметрі і на висоті 1,6 *м* стає двостовбурним; друге дерево має 100 *см* в діаметрі і роздвоюється на висоті 1,8 *м*. Магнолія гостролиста, або огіркове дерево, походить з Аппалачської лісової області Північної Америки, де росте на гірських схилах по берегах гірських потоків і вкупі з тюльпанним деревом доходить до Нью-Йорка, майже досягаючи північної межі аппалачського лісу (Кемпбел, 1948). Цвіте вона після розвинення листя зеленувато-жовтими дзвоникуватими квітками, зовні подібними до квіток тюльпанного дерева. Декоративна досить великими (до 25 *см* довжини) довгастообернено-яйцевидними темнозеленими блискучими листками, що набувають восени яскраво-золотистого забарвлення. Незважаючи на морозостійкість, магнолія гостролиста зустрічається в культурі в СРСР дуже рідко, поодинокими деревами в деяких парках Прикарпаття і Закарпаття. Без сумніву, дерева в парку в Журавно є найбільшими з відомих у культурі в СРСР. Подібних розмірів магнолія досягає на батьківщині, лише в кращих умовах, на багатих грунтах добре зволожених схилів і по річкових долинах.

Тюльпанне дерево *Liriodendron tulipifera* L., що росте біля південно-західного рогу будинку,— 18 *м* заввишки. Стовбур його має в нижній частині 130 *см* в поперечнику, вище розділяється на дві частини — кожна 70 *см* в діаметрі.

Недалеко від північно-східного рогу будинку ростуть майже поруч бундук канадський *Gymnocladus canadensis* Lam. (заввишки 26 *м*, 95 *см* в діаметрі) і гінкго дволопатеве — *Ginkgo biloba* L. (20 *м* заввишки, 70 *см* в діаметрі).

Тюльпанне дерево, бундук і гінкго зустрічаються зрідка в парках, але екземпляри в Журавно за розмірами є унікальними для УРСР.

Над краєм стрімкого берега росте незакрита іншими деревами веймутова сосна *Pinus strobus* L., 32 *м* заввишки. Стовбур, що має 130 *см* в діаметрі, на висоті 4 *м* дає потужні бічні гілки, які підіймаються вгору канделяброподібно. Це велетенське дерево на фоні гладі Дністра має грандіозний вигляд. Веймутова сосна зустрічається досить часто в зелених насадженнях західних областей УРСР, але ніде не досягає таких розмірів.

В північно-західній частині парку величезних розмірів досягає гледичія звичайна — *Gleditschia triacanhos L.*, яка має 106 *см* в діаметрі. З інших екзотів у парку мають значну дендрологічну цінність магнолія кобус — *Magnolia kobus* Thunb. (Н=8 *м*, Д=27 *см*), бузок японський — *Syringa japonica* Decne (Н=9 *м*, Д=26 *см*), лапина ясенелиста — *Pterocarya fraxnifolia* Spach. у вигляді багатостовбурних дерев до 15 *м* заввишки (окремі стовбури мають в діаметрі 40—45 *см*), плакучий бук — *Fagus silvatica f. pendula* Loud. (Н=15 *м*, Д=42 *см*).

М. А. БУХАЛО

МАКРОФІТИ ДЕЯКИХ ОЗЕР ШАЦЬКОЇ ГРУПИ НА ВОЛИНІ

Влітку 1954 р. нами було досліджено 4 озера Шацької групи. На досліджених промислових озерах Луки, Чорне Велике, Люцемер, Островенське ми зібрали 40 видів рослин, які відносяться в основному до прогелофітів і емофітів.

Згідно з Богдановською-Гієнеф, зібрані види розділені на такі життєві форми:

I. Аерогідрофіти. А — Прогелофіти — аїр болотний, очерет звичайний, комиш звичайний, рогіз Лаксмана, рогіз вузьколистий, рогіз широколистий, хвощ болотний, ситняг болотний, лепешняк пишний, їжача голівка головчата, їжача голівка проста, осока струнка, осока бутилочна, частуха водяна. Б — Гетероморфні аерогідрофіти — стрілолист стрілолистий, спориш земноводний.

II. Птолофіти. А — Прикріплені рослини — латаття біле, латаття дрібноквіткове, рдесник пловучий, кубишка жовта, водяний жовтець розчепірений, водяний жовтець волосистий. Б — Плаваючі — ряска багатокорінна, ряска триборозенчаста, жабник.

III. Емофіти. Елодея, тіліріз алоєвидний, рдесник кучерявий, рдесник пронизанолистий, рдесник блискучий, рдесник різнолистий, рдесник гостролистий, рдесник довгий, рдес-

ник маленький, рдесник волосовидний, водопериця колосиста, роголисник, альдрованділя, пухирник малий, різуха морська.

Вказані групи рослин за кількістю видів на досліджуваних озерах розподіляються так (табл. 1):

Таблиця 1

Життєві форми та кількість видів на озерах

Життєві форми	Кількість видів на озерах			
	Луки	Люцемер	Островенське	Чорне Велике
Аерогідрофіти				
А — прогелофіти	10	9	10	7
Б — гетероморфітні аерогідрофіти	2	2	3	3
Птолофіти				
А — прикріплені	6	4	5	4
Б — плаваючі	3	3	4	3
Емофіти	14	5	6	6
Всього видів	35	23	28	23

Найбільша кількість видів зібрана на озерах Луки і Островенському. Вказані водойми відзначаються також великим заторфовуванням.

Для обліку продуктивності, отже, для визначення умов і швидкості заторфовування нами були взяті багатофазові укоси в кожній водоймі (табл. 2).

Таблиця 2

Середня продуктивність повітряно-водної та зануреної рослинності в *ц/га*

Озера	Загальна площа озера в *га*	Площа зарост. в *га*	% відношення площі зарост. до усієї площі	Середня продуктивність в *ц/га*				Загальна продуктивність сухої маси з усієї площі в *ц*
				Повітряно-водна		Занурена		
				сира вага	суха вага	сира вага	суха вага	
Люцемер	455	23	5	34,9	4,2	26,2	3,6	179
Чорне Велике	81,5	5	6	40,2	8,3	90,6	6,4	73,5
Луки	674,6	230	34	264	182	531	268	103500
Островенське	275	40	15	52	18,2	—	—	728

Таблиця 2 показує, що найбільш продуктивним є озеро Луки, де заторфовування здебільшого йде за рахунок зануреної рослинності.

В інших озерах, на відміну від озера Луки, заторфовування проходить тільки за рахунок повітряно-водних рослин.

Розповсюдження видів, а також їх кількість у кожній водоймі різна. Це значною мірою пояснюється грунтовими і глибинними умовами. Деяке значення в розподілі рослин має напрям пануючих вітрів у літній час (табл. 3).

Таблиця 3

Розповсюдження рослин та їх кількість на озерах

Назва видів	Кількість по Друде			
	Луки	Люцемер	Чорне	Островенське
Очерет звичайний	Cop_1	Cop_1	Cop_1	Cop_2
Комиш озерний	$Sp—Cop_1$	Sp	Sp	Sp
Рогіз вузьколистий	Cop_2	Cop_1	$Sp—Cop_1$	$Sp—Cop_1$
Ситняг болотний	Cop_1	Cop_1	Sp	Sp
Спориш земноводний	Cop_1	$Sp—Cop_1$	Sp	$Sp—Cop_1$
Латаття біле	Cop_1	$Sp—Cop_1$	Sp	$Cop_1—Cop_2$
Рдесник плаваючий	Cop_2	Cop_1	Sp	$Sp—Cop_1$
Елодея	$Cop_2—Cop_3$	Sp.	Cop_1	Sol—Sp.
Рдесник кучерявий	Cop_1	Sp	Cop_1	Sol
Рдесник блискучий	Cop_1	Sp	Sol	Sol
Рдесник гостролистий	$Sp—Cop_1$	—	—	—
Рдесник пронизанолистий	Cop_1	Sp.	Sol	Sol
Рдесник маленький	$Cop_1—Cop_2$	Sp	Sol	—
Рдесник різнолистий	$Sp—Cop_1$	—	—	—
Осока струнка	$Sp—Cop_1$	Sp	Sol	Sol
Осока бутилочна	$Sp—Cop_1$	Sp	—	Sol
Тілоріз алоєвидний	$Cop_2—Cop_3$	Sp	Sp.	Sp
Водопериця колосиста	Cop_1	Sp.	Sp.	Sp.
Жабник	$Sp—Cop_1$	Sol	Sol	Sp.

Як видно з таблиці 3, озеро Луки відзначається також великою кількістю видів рослин. Особливо багато тут зануре-

них елодей, водопериць, тілоріза, які через свою велику кількість затруднюють пересування риби та її вилов. У досліджених водоймах зовсім відсутній сусак (*Butomus umbellatus* L.), що, цілком можливо, можна пояснити слабкою проточністю і незначною прозорістю в прибережних зонах, де б він міг рости. Можливо, що торф'яні грунти також є перешкодою для розселення сусака.

Цікавим є те, що на озері Островенському знайдено альдрованду — залишок третинної флори. Відмічена також наявність добре виражених екологічних форм у деяких водних рослин, наприклад у водопериці, рдесника плаваючого і стрелолиста. Ці види знайдені на озері Чорному поруч з густими заростями водопериці і рдесника плаваючого на глибині 1,5 *м*, на поверхні піщаного грунту вздовж берегової лінії. У наземних екземплярів рослин від кожного вузла відходить велика кількість додаткових коренів, які міцно прикріплюють ці рослини до субстрату.

Стрілолист зустрічається взагалі рідко, а на озері Люцемер він являє собою форму, в якої всі листки плаваючі. Латаття дрібноквіткове знайдене тільки в мілководній прогрітій зоні на озері Люцемер. Тут ця рослина дуже добре розвивається на грунтах з великою домішкою білої глини.

В рослинному покрові вказаних водойм основними береговими асоціаціями є різні комбінації очерету і комишу озерного.

Рідкі асоціації, які складаються з рогозу і занурених рослин. Нами відмічено всього 15 асоціацій. З них на озері Луки — 4, Люцемер — 8, на Чорному — 4, на Островенському — 7 асоціацій. На озері Луки найбільш розповсюджені асоціації *Scirpus lacustris* + *Phragmites communis*; *Typha anqustifolia* + *Phragmites communis*; *Elodea canadensis* + *Stratiotes aloides* + харові.

На озері Чорному широко разповсюджена асоціація *Phragmites communis* + *Scirpus lacustris* + *Typha angustifolia* на Островенському — велика площа припадає на асоціації *Phragmites communis* + *Scirpus lacustris*; *Scirpus lacustris* + *Phragmites communis* + *Nympaca alba*.

На озері Люцемер нами описано найбільшу кількість асоціацій. Усі вони займають малу площу. Це пояснюється частою зміною грунтів. Найбільше тут зустрічаються асоціації *Phragmites communis* + *Scirpus lacustris*; *Typha angustifolia* + *Phragmites communis*.

Флористичний склад асоціацій бідний, тому асоціації відзначаються примітивністю будови.

Велику роль серед рослинності озер (особливо Люцемер і Луки) відіграють харові водорості. В озері Луки харові водорості є дуже важливим ценотичним компонентом і відіграють значну роль у заболоченні водойми.

Таким чином, усі вивчені водойми перебувають на різних стадіях заростання. Найбільш зарослими є озера Луки і Островенське.

В залежності від умов заростання, флористичного складу і кількості видів ми пропонуємо такі заходи по раціональній експлуатації досліджених озер:

1. В озерах, де слабо представлена занурена рослинність, необхідно збільшити нерестову поверхню шляхом створення (Люцемер) і збільшення наявних (Островенське) штучних нерестилищ.

Одночасно на озері Островенському треба звільнити водну поверхню від надлишку рослин з плаваючими листками, які, подібно рясковому покриву, негативно впливають на розвиток біомаси. За Ялинською (1953), біомаса дорівнює 1,8—1,2 *г/м*^{2}.

2. Озера Чорне і Луки, де рясно представлена занурена рослинність з редестів, можна рекомендувати як відкормні і нерестові. Однак їх (особливо озеро Луки) треба звільнити від надлишків харових водоростей, які несприятливо впливають на нерест. Виділяючи токсичні речовини, харові викликають масову загибель риби, що ми спостерігали на озері Свитязь, яке належить до цієї ж групи озер.

І. В. БЕРЕЖНОЙ

ПРО СХОЖІСТЬ НАСІННЯ РОСЛИН З ЧАГАРНИЧКОВИХ УГРУПУВАНЬ КАРПАТСЬКИХ ПОЛОНИН

Питання життєздатності насіння та інтенсивності насіннєвого поновлення рослин, зокрема чагарничків і півчагарничків, мешканців субальпійського і альпійського поясів гір, вже давно привернуло увагу дослідників. Дані про схожість насіння вересових і водянкових наводяться в працях В. Кінцеля, Н. Сільвена, А. Г. Тенслея, І. Броуна, І. Браун-Бланке, А. Гревілліуса, О. Кірхнера, К. Шретера, М. А. Розанової; життєздатність насіння високогірних верб висвітлюють А. Тоопффер, Візнер, А. Геріберт-Нільсон, М. Віхура, В. Кінцель, Б. Л. Ісаченко; про схожість насіння хвойних писали Гаух, Опперманн Матьє, В. Кінцель. Щодо насіннєвого поновлення і схожості насіння високогірського різнотрав'я і злаків відомі роботи Г. Хегі, В. Люді, А. С. Меріманової, В. М. Свєшнікової, Е. Кінцеля та інших авторів. В роботах перелічених вище авторів переважно наводяться дані про схожість насіння рослин гір Центральної Європи. Л. С. Меріманова наводить матеріали для Кавказу, В. М. Свєшнікова — для Паміру.

Дані про схожість насіння карпатських рослин знаходимо в працях О. Кірхнера, В. Кінцеля, І. Брауна-Бланке. Останніми роками вивченням схожості насіння високогірних рослин Карпат займався колектив ботаніків Львівського університету і Природничого музею Львівського філіалу Академії наук УРСР під керівництвом професора А. С. Лазаренка. Наслідки вивчення схожості насіння рослин, зібраних головним чином з схилів південної експозиції, висвітлені в роботах К. А. Малиновського (1954, 1956).

Наша стаття присвячена питанню про схожість насіння рослин — мешканців схилів північної експозиції карпатських полонин, а саме — компонентів однієї з найрозповсюдженіших півчагарничкових формацій — чорницевої.

Насіння було зібране в Карпатах на горах Шешул і П'єтрос, що входять до складу хребта Чорногори, влітку 1954 р., а пророщувалося на протязі 70 днів, починаючи від останньої декади лютого 1955 р. і до першого травня цього ж року. Насіння пророщувалося в чашках Петрі та фарфорових блюдечках на фільтрувальному папері при середньодобовій температурі 18—20°С.

В таблиці назви рослин наводяться за «Визначником рослин УРСР» видання 1950 року. Схожість насіння подана лише для найбільш поширених в чорничниках видів. Умовні позначення в таблиці: в графі «Місце збору» вказана висота над рівнем моря в метрах і назва місця збору (П — гора П'єтрос, Ш — гора Шешул).

За нашими спостереженнями, насіння вересових у гірських умовах проростає навесні (як на півночі, про що згадують для Швеції Сільвен і Тенслей). Проростанню сприяє кисла і нейтральна реакція середовища; вапно, навпаки, за Кінцелем, гальмує цей процес. Значно енергійніше насіння проростає на світлі.

Як видно з таблиці, насіння вересових проростає дуже повільно. Чорниця за 70 днів проросла на 32%, лохина — на 3,5%, брусниця — на 3,5%, рододендрон східнокарпатський — на 2%. Проте понад 70% насіння, непроросло на кінець досліду, зберегло життєздатність. В повітряно-сухому стані насіння вересових зберігає життєздатність на протязі декількох років, хоч схожість при цьому в значній мірі втрачається. За нашими спостереженнями, через два роки після збору за 70 днів пророщування схожість насіння чорниці становила 0,3%, лохини — 3,5%, брусниці — 1,75%. На повільність проростання насіння вересових вказував ще Кінцель. Енергійне проростання брусниці, за цим автором, почалося лише через півроку від дня початку пророщування і досягло на цей час 41%; потім, зберігаючи життєздатність, насіння не проростало майже на протязі цілого року, а далі за якихось три місяці процент пророслих насінин збільшився до 65%. Проте у того ж

Таблиця

Схожість насіння урожаю 1954 року

№№ п. п.	Назва рослини	Місце збору	Кількість пророслого насіння у процентах						
			Через 10 днів від початку пророщ.	Через 20 днів від початку пророщ.	Через 30 днів від початку пророщ.	Через 40 днів від початку пророщ.	Через 50 днів від початку пророщ.	Через 60 днів від початку пророщ.	Через 70 днів від початку пророщ.
1	*Agrostis vulgaris*	П. 1750	—	—	0,3	—	—	—	0,3
2	*Anthoxanthum odoratum*	Ш. 1350	42,0	99,3	100,0	—	—	—	100,0
	„	Ш. 1700	—	21,0	32,0	34,3	34,8	35,5	35,5
3	*Brunella vulgaris*	Ш. 1350	51,8	58,8	67,5	—	—	—	67,5
4	*Calamagrostis arundinacea*	Ш. 1700	—	16,0	18,5	19,5	—	—	19,5
5	*Carex leporina*	Ш. 1700	—	—	11,3	45,3	59,7	61,7	61,7
6	*Carex sempervirens*	П. 1750	—	4,0	4,0	4,0	4.3	4,3	5,0
7	*Cerastium caespitosum*	Ш. 1350	93,0	96,5	—	—	—	—	96,5
8	*Deschampsia caespitosa*	П. 1750	—	35,6	56,5	57,5	—	—	57,5
9	*Euphrasia picta*	Ш. 1500	—	—	—	1,0	—	—	1,0
10	*Euphrasia salisburgensis*	П. 1750	—	—	—	—	—	—	0,0
11	*Festuca rubra*	П. 1350	24,0	44,0	45,0	—	—	—	45,0
12	*Festuca supina*	Ш. 1500	—	53,0	88,0	91,5	—	—	91,5
	„	Ш. 1700	—	10,4	16,7	18,7	19,4	19,4	19,7
13	*Gentiana asclepiadea*	Ш. 1350	—	—	—	—	—	—	0,0
14	*Gentiana Kochiana*	П. 1800	—	—	—	—	—	—	0,0
15	*Gentiana punctata*	Ш. 1600	—	—	—	—	—	—	0,0
16	*Gentiana pyrenaica*	Ш. 1500	—	—	—	—	0,3	—	0,3
	„	Ш. 1700	—	—	—	—	—	—	0,0
17	*Gnaphalium norvegicum*	Ш. 1400	1,4	—	—	—	—	—	1,4
18	*Gnaphalium silvaticum*	Ш. 1500	18,7	36,0	36,0	36,3	—	—	36,3
19	*Helictotrichon alpinum*	Ш. 1500	1,5	9,5	10,5	—	—	—	10,5
20	*Helictotrichon versicolor*	Ш. 1500	16,7	33,3	40,7	40,7	40,7	41,4	41,4
	„	Ш. 1700	—	15,5	24,0	25,0	26,5	27,5	28,0
21	*Hieracium aurantiacum*	Ш. 1400	—	15,0	16,0	—	—	—	16,0
22	*Hieracium villosum*	Ш. 1500	13,7	21,3	21,3	21,3	21,3	21,7	22,0
23	*Homogyne alpina*	Ш. 1350	—	0,7	1,3	—	—	—	1,3
24	*Hypericum alpigenum*	П. 1750	—	7,5	9,0	—	—	—	9,0

Продовження таблиці

№№ п. п.	Назва рослини	Місце збору	Кількість пророслого насіння у процентах						
			Через 10 днів від початку пророщ.	Через 20 днів від початку пророщ.	Через 30 днів від початку пророщ.	Через 40 днів від початку пророщ.	Через 50 днів від початку пророщ.	Через 60 днів від початку пророщ.	Через 70 днів від початку пророщ.
25	*Hypochoeris uniflora*	Ш. 1350	2,0	4,0	—	—	—	—	4,0
26	*Iuncus trifidis*	П. 1800	—	2,0	—	—	—	—	2,0
27	*Laserpitium alpinum*	Ш. 1400	4,0	—	—	—	—	—	4,0
28	*Leontodon autumnalis*	Ш. 1400	28,0	32,0	34,0	51,5	56,5	57,0	57,0
29	*Leontodon croceus*	П. 1750	2,0	28,5	33,5	35,5	36,5	—	36,5
30	*Luzula nemorosa*	П. 1400	100,0	—	—	—	—	—	100,0
	„	П. 1750	—	22,7	100,0	—	—	—	100,0
31	*Luzula multiflora*	П. 1350	100,0	—	—	—	—	—	100,0
	„	Ш. 1700	—	66,7	100,0	—	—	—	100,0
32	*Melampyrum Herbichii*	Ш. 1700	—	—	—	—	—	—	0,0
33	*Meum mutellina*	П. 1750	—	—	—	—	—	—	0,0
34	*Nardus stricta*	Ш. 1350	—	—	6,7	13,3	18,3	21,7	23,0
35	*Phleum alpinum*	П. 1750	—	98,0	—	—	—	—	98,0
36	*Phyteuma Vagneri*	П 1750	—	—	—	—	—	—	0,0
37	*Poa Ghaixii*	Ш. 1350	48,4	64,5	—	—	—	—	64,5
38	*Potentilla aurea*	Ш. 1700	—	6,3	13,0	25,5	34,0	36,5	41,3
39	*Potentilla erecta*	Ш. 1400	—	—	—	—	—	—	0,0
40	*Ranunculus acer*	Ш. 1350	—	4,0	12,0	22,0	36,0	36,0	38,0
41	*Rhododendron Kotschyi*	П. 1800	—	—	0,3	1,3	1,3	2,0	2,0
42	*Senecio nemorensis*	Ш. 1350	39,0	48,7	49,7	—	—	—	49,7
43	*Sesleria coerulans*	П. 1750	—	2,0	4,0	4,7	7,3	7,3	8,7
44	*Sieversia montana*	П. 1750	—	1,5	8,8	12,0	14,8	18,8	20,5
45	*Soldanella montana*	Ш. 1700	—	—	1,0	1,7	2,0	—	2,0
46	*Trifolium repens*	Ш. 1350	25,0	32,5	37,0	38,0	41,0	42,5	49,5
47	*Vaccinium myrtillus*	Ш. 1350	—	2,8	4,5	15,3	27,8	31.3	32,0
	„	Ш. 1700	—	—	—	7,5	15,3	17,0	18,0
48	*Vaccinium uliginosum*	Ш. 1600	—	0,8	1,3	1,8	2,3	—	2,3
	„	Ш. 1700	—	2,5	3,0	3,5	—	—	3,5
49	*Vaccinium vitis idaea*	Ш. 1700	—	0,5	0,5	2,0	2,5	—	3,5
50	*Viola declinata*	Ш. 1400	—	9,0	18,5	20,5	22,0	—	22,0

Кінцеля є вказівка і на значно інтенсивнішу схожість насіння вересових. Насіння чорниці на 16-й день з дня висіву проросло на 15%, а на 25-й день — на 85%. За нашими спостереженнями, початок проростання насіння чорниці і лохини припадає на 15-й день, а брусниці — на 20-ий день від дня висіву. Кількість пророслого насіння збільшується повільно. Насіння вересових добре зберігає схожість, перебуваючи на протязі зими в плодах на рослині. Так, зібране Броуном навесні насіння проросло на 8%.

Насіння наскельниці лежачої (*Loiseleuria procumbens*) дуже часто недорозвивається. Особливо це буває в роки з несприятливими метеорологічними умовами. За нашими спостереженнями, як і в інших вересових, проростання насіння наскельниці відзначається розтягнутими строками. На це вказував і Кінцель. Він наводить приклади, коли перші насінини наскельниці проросли лише через рік, але в інших дослідах насіння почало проростати вже через місяць, проте сходи з'являлися і на друге і третє літо. Після перезимування в плодах насіння зберігає схожість до 49%.

Насіння водянки чорної (*Empetrum nigrum*), подібно до насіння вересових, добре сходить на світлі і відзначається дуже розтягнутими строками проростання. За Кінцелем, за $3^1/_2$ роки пророщування зійшло лише 17% насіння.

Насіння дріади восьмипелюсткової відзначається доброю схожістю. За перші 60—70 днів пророщування схожість становить близько 50%.

Насіння високогірних верб (*Salix*), на відміну від верб низинних, відзначається тривалішим строком збереження схожості. Якщо насіння низинних верб звичайно зберігає схожість, як правило, на протязі десятка днів, то насіння високогірних верб сходить і через декілька місяців. Висіяне Кінцелем одразу ж після достигання, насіння сітчастої верби почало проростати лише в кінці грудня; через 16 днів від першої пророслої насінини схожість становила 41%, а на кінець березня — 84%. Насіння туполистої верби за цей же час проросло лише на 10%. Насіння сітчастої верби не втратило схожості після збереження в повітряносухому стані в кімнатних умовах на протязі зими. Після тривалого збереження насіння при пророщуванні перестає реагувати на умови освітлення (як відомо, темрява гальмує проростання насіння верб). За Тоопфером, насіння травянистої верби на світлі проросло одразу ж, в той час як у темряві проростання почалося лише наприкінці третього місяця. В природних умовах насіння високогірних верб виявляє значну стійкість проти несприятливих умов, чудово витримуючи зиму навіть без снігового вкриття, і сходить навесні. Така відміна в поведінці від низинних верб, насіння яких проростає одразу ж після достигання, пояснюється особливо-

стями екології і біології їх у високогірних умовах і зв'язана з значно пізнішими строками його достигання в гірських умовах.

Щодо травнистих рослин, то за 70 днів пророщування з числа поданих в таблиці не проросло зовсім насіння 8 видів (17,4% від загального числа досліджених рослин), схожість від 0,1 до 10% спостерігалася у 12 видів (26,1%), від 11 до 20% — у 3 (6,5%), від 21 до 30% — у 4 (8,7%), від 31 до 40% — у 3 (6,5%), від 41 до 50% — у 5 (10,9%), від 51 до 60% — у 2 (4,4%), від 61 до 70% — у 3 (6,5%), від 71 до 80% — у 3 (6,5%), від 81 до 90% — у 3 (6,5%), від 91 до 100% — у 3 (6,5%). Не зійшло зовсім насіння у тирличів і очанок, перестріча Гербіха, меума гірського, фітеуми Вагнера і перстача прямостоячого. Дуже невисока схожість виявилася у мітлиці звичайної, осоки вічнозеленої, сольданели гірської, вівсюнця альпійського, підбілика альпійського, звіробоя альпійського, поросинця одноквіткового, ситника трироздільного, стародуба альпійського, сеслерії голубуватої, сиверсії гірської. Схожість в межах 40—60% встановлена в осоки заячої, щучника дернистого, костриці червоної, вівсюнця різнокольорового, любочок осінніх, перстача золотистого, жовтозілля дібровного, конюшини повзучої. Нарешті, найкращу схожість в межах 80—100% виявили пахучий колосок, роговик дернистий, костриця лежача, ожика гайова, ожика багатоквіткова, тимофіївка альпійська.

Подібно до чагарничків, насіння травнистих рослин зберігає до певної міри схожість на протязі кількох років. Нами пророщувалося на протязі 70 днів насіння деяких представників різнотрав'я і злаків, які зберігалися в повітряносухому стані на протязі майже двох років від строків збору. З числа досліджених рослин насіння не проросло у десяти видів, в тому числі у мітлиці звичайної, костриці червоної, стародуба альпійського, очанки барвистої, осоки кульконосної, дзвінця малого, первоцвіта карпатського, фітеуми округлої та інших. Схожість насіння у процентах становила у тирлича карпатського — 0,3, вовчої лапи — 0,5, костриці мальованої — 0,7, осоки заячої — 2,7, фітеуми Вагнера — 4,3, перстача прямостоячого — 6,1, ситника трироздільного — 7,4 дзвоників мінливих — 7,9, пахучого колоска — 10,1, костриці лежачої — 39,2, звіробоя чотиригранного — 49,5, поросинця одноквіткового — 52,3, перстача золотистого —53,8, вівсюнця різнокольорового— 60,3, дзвоників альпійських — 51,9, сухоцвіта лісового — 70,4, арніки гірської — 81,9, роговика дернистого — 100, щавлю альпійського — 100, вероніки лікарської — 100% та інших.

Наведені вище дані вказують на значну і досить тривалу життєздатність насіння високогірних рослин. Часто низька схожість насіння в природних умовах пов'язана з гальмуючим

впливом на проростання несприятливих умов оточуючого середовища.

На закінчення висловлюю подяку професору А. С. Лазаренку за керівництво роботою і кандидату біологічних наук К. А. Малиновському за товариські поради і допомогу.

А. С. ПАЛАМАРЧУК

МІНЛИВІСТЬ ВЕГЕТАТИВНИХ І ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ ЛУЧНОЇ КОНЮШИНИ ДРУГОГО РОКУ ЖИТТЯ

Досліди були закладені на осушених торфовищах Сарненської дослідної станції Ровенської області і на мінеральному грунті ботанічного саду Львівського університету ім. Ів. Франка[1].

Фенологічні спостереження ми проводили над 109 зразками, сортами та популяціями конюшини (84 зразки конюшини лучної), вимірялі висоту рослин, підраховували стебла та гілки, кількість квіток у суцвітті і суцвіть на рослинах, число рослин, що перезимували; визначали облиственість рослин; тип стеблювання встановлювали за нашою шкалою.

1-ий т и п. Стебел мало (до 6); розеточних листків під час цвітіння нема; усі вітки плодоносять.

2-ий т и п. Стебел мало (до 6); є поодинокі розеточні листки; всі гілки цвітуть.

3-ий т и п. Стебел до 10; є поодинокі розеточні листки і недорозвинені стебла.

4-ий т и п. Стебел до 10; є розеточні листки; недорозвинених стебел нема. Всі вітки плодоносять.

5-ий т и п. Стебел більше 10; є поодинокі розеткові листки і недорозвинені стебла.

6-ий т и п. Стебел більше 10; розетка листка дуже розвинена; є недорозвинені стебла.

7-ий т и п. Стебел більше 10; розеткових листків нема; є недорозвинені стебла.

8-ий т и п. Стебел більше 10; розеткових листків і недорозвинених стебел нема.

Розгалуження кореневої системи визначали також за нашою шкалою по 5-бальній системі: 1—корінь стрижньовий, 2—корінь стрижньовий, але має ознаки невеликої розгалуженості; 3—корінь середньорозгалужений, нерідко роздвоєний; 4—корінь розгалужений на 3—5 *см* нижче кореневої шийки; 5—корінь

---

[1] Детально про це див. у нашій статті в «Доповідях і повідомленнях Львівського університету», вип. 6, ч. II, 1955, стор. 33.

дуже розгалужений майже від кореневої шийки, має мочкуватий вигляд.

Дані спостережень біометрично обробляли за загальноприйнятою методикою.

Метою наших спостережень було виявлення мінливості вегетативних і генеративних органів лучної конюшини другого року життя і встановлення деяких її біологічних особливостей.

* * *

Висота рослин. За висотою рослин зразки умовно розділялися на низькорослі (до 60 *см*, 7 зразків); середньорослі (60—100 *см*, 46 зразків) і високорослі (100—140 *см*, 30 зразків). Звертає на себе увагу той факт, що висота рослин не характеризує скоростиглості тих популяцій конюшини, які ми вивчали. Майже в один період проходило фазу цвітіння багато зразків, які мали висоту 60—100 *см* і більше. Спостерігались також явища масового порядку, коли сорти конюшини були однакові висотою і різні за часом визрівання (табл. 1).

Таблиця 1

Тривалість фази цвітіння і висота рослин деяких зразків лучної конюшини другого року життя

№ за каталогом	Цвітіння			Висота рослин (у *см*)
	початок	кінець	кількість днів	
ЛДУ—46	21/VI	28/VII	37	70
ЛДУ—54	21/VI	24/VII	33	82
ВІР —2873	19/VI	28/VII	39	117
ВІР —28322	30/VI	28/VII	29	127
ЛДУ—28	11/VI	15/VII	34	76
ЛДУ—35	12/VI	20/VII	38	76
ЛДУ—29	13/VI	20/VII	37	76
ЛДУ—20	12/VI	24/VII	42	68
ВІР —22476	21/VI	24/VII	33	111
ЛДУ—55	23/VI	30/VII	37	79
ЛДУ—22	23/VI	24/VII	31	97
НСС—159	23/VI	24/VII	31	100
ЛДУ—53	19/VI	24/VII	35	88
НСС—111	18/VI	24/VII	36	106
ВІР —27873	21/VI	30/VII	39	82

Наші спостереження не підтвердили відомого висновку П. І. Лісицина про те, що довжина стебла збільшується від скоростиглих популяцій до пізньостиглих і в популяції — від скоростиглих рас до пізньостиглих[2]. Наприклад, середня довжина стебла 68 *см* була в рослин ЛДУ-20, період цвітіння яких тривав 41 день; довжина стебла 111 *см* була у рослин ВІР-22476, період цвітіння яких—31 день і т. д. За нашими даними, довжина стебла рослин конюшини залежала від цілого комплексу умов: водного, повітряного, температурного режимів, від живлення, освітлення, життєздатності, продуктивності, від розгалуження і тривалості фаз і стадій розвитку. Навіть місце вирощування і умови грунту можуть по-різному визначати реалізацію (проявлення і розвиток) спадковості, в тому числі стадійність і висоту рослин. Одні і ті ж зразки були високими на торфовищах і низькими на мінеральному грунті, або навпаки,— низькими на торфовищах і високими — на мінеральному грунті і т. д. Хоча довжина стебла в ряді випадків і може бути допоміжною ознакою при оцінці конюшини на скоростиглість, однак зводити скоростиглість до довжини стебла буде невірним. У цьому випадку П. І. Лісицин вільно чи невільно ототожнив ріст і розвиток конюшини, що, як відомо, не відповідає дійсності. Ми могли б навести десятки зразків, вирощених в однакових умовах, однаково скоростиглих, але різних висотою.

Найбільш високорослими показали себе зразки ЛДУ-14, ЛДУ-19, ВІР-24986, ВІР-28322, ВІР-27611, ВІР-2783, ВІР-26047, ВІР-20026 та інші (див. виноску 1 на стор. 68).

За облистве ністю зразки також були неоднаковими (табл. 2), причому твердження П. І. Лісицина про те, що найбільший процент листя є у скоростиглих популяцій, нашими дослідами не підтверджене.

Якщо порівняти одержані дані облистві ності і умовно поділити популяції на поганооблистві (до 16% від загальної ваги свіжозібраних рослин), середньооблистві (16—24%) і добреоблистві (більше 24% листя від загальної ваги рослин), то не важко помітити, що всі три групи облистві ності зустрічаються як у скоростиглих, так і середньо- й пізньостиглих сортів і популяцій. Це говорить про те, що ознака облистві ності не завжди пов'язана з скоростиглістю і є важливим елементом врожаю зеленої маси конюшини. Тому оцінка облистві ності повинна проводитись як при сортовипробуванні конюшини, так і при селекції та насінництві. У всіх випадках необхідно давати перевагу добре облистві ним популяціям і сортам конюшини. Кращими за цією ознакою у нас виявилися ЛДУ-39, ЛДУ-21, ЛДУ-54, ЛДУ-53, ЛДУ-18, НСС-5, ВІК-31, ВІК-194, ВІК-159 та інші. Загальна характеристика на облистві ність може бути дана по варіаційному ряді 32 номерів.

---

[2] П. И. Лисицын. Избр. соч., т. I, 1951, стор. 161.

Таблиця 2

Характеристика деяких зразків лучної конюшини другого року життя

№ за каталогом	Кількість днів до масового цвітіння	Висота рослини (в *см*)	Кількість міжвузлів	Кількість на рослині		Тип		Середня вага 100 рослин	Листя (в %)	Кількість			% рослин, що перезимували
				стебел	віток	рослин	коренів			квіток у суцвітті		суцвіть на рослині	
										M ± ε	V		
ЛДУ—39	61	75	7	7	21	V	I	2850	24,6	63±3,71	37,1	13	81
ЛДУ—31	58	90	6—7	8	29	VI—VIII	V	3800	17,1	80±3,67	15,8	37	100
ЛДУ—21	62	97	6	13	4	V	II	3200	23,4	84±2,77	17,1	17	82
ЛДУ—35	62	76	7	11	14	V	V	3020	18,2	— —	—	16	81
ЛДУ—29	62	76	5	17	14	V	V	1850	21,6	80±3,26	38,9	18	21
ЛДУ—30	60	80	4—5	24	33	IV	V	2090	16,7	—± —	—	30	56,1
ЛДУ—28	61	76	5	14	24	III	II	3220	11,2	70±3,03	13,7	29	100
ВІК —194	76	95	5—6	7	13	IV	III	5150	24,3	87±3,88	22,2	31	100
ВІК —144	76	89	6	12	17	V	V	2320	30,2	72±3,24	23,9	25	91
ЛДУ—14	76	108	7	9	14	III—V	V	3850	17,0	62±2,78	21,2	19	36
ЛДУ—54	76	82	6	12	16	V	III—V	5600	21,4	83±2,73	24,7	15	24
ЛДУ—19	76	112	8	16	39	VII	II	6750	18,5	50±2,12	12,3	36	90
ЛДУ—52	78	70	7—8	11	13	IV	V	2200	20,4	69±3,10	11,6	35	100
ЛДУ—18	76	67	5	16	9	VII	II—III	4700	23,4	76±3,40	16,6	46	32
ЛДУ—63	91	75	6	12	25	III	III—IV	1850	8,1	79±3,56	26,1	27	100
ЛДУ—45	91	74	7—8	11	16	V	III—IV	2800	17,8	79±2,53	18,3	24	25
ЛДУ—55	96	70	7	26	51	IV	V	14100	19,4	96±4,30	8,6	38	60
ЛДУ—46	86	79	7	14	35	IV	I	9350	—	97±4,40	44,2	14	18
ВІК —31	100	81	5—6	17	39	VI	III	11550	25,5	— —	—	56	—
ВІК —191	100	74	9	6	5	I	I	3000	21,7	— —	—	8	—
ВІК —159	103	91	6	9	19	V—VI	I	8450	23,7	— —	—	20	—
ВІК —196	100	114	8	9	5	I—III	V	4410	18,4	60±3,46	3,30	13	—
НСС—5	100	120	6	25	13	IV	I	6110	24,7	78±3,48	14,2	31	24
ВІР —27823	106	82	—	—	—	—	—	2550	—	— —	—	—	92
ВІР —24713	100	107	—	—	—	—	—	14700	—	— —	—	—	100

Варіаційний ряд за облистве ністю (в %) рослин другого року життя 32 номерів лучної конюшини

Облистве ність (в %)	8	— 12	— 16	— 20	— 24	— 28	— 32
Кількість зразків	4	1	10	10	6	1	

Наведені дані говорять про те, що основна маса популяцій конюшини середньо- або добреоблиственa. Однак є також зразки поганооблиственi (ЛДУ-63, ЛДУ-28 та інші), які нерідко дають погане сіно і низький врожай.

Поряд з облиственістю важливим елементом врожаю зеленої маси конюшини є кількість стебел і віток. Чим більше стебел і віток на рослині, тим, як правило, краща якість сіна конюшини.

За цими ознаками наші зразки розподілялися так:

Варіаційний ряд за кількістю стебел на рослині зразків лучної конюшини другого року життя

Кількість стебел	6	— 8	— 10	— 12	— 14	— 16	— 18	— 20	— 22	— 24
% зразків	13	13	19	29	16	4	3		3	

Варіаційний ряд за кількістю гілок на рослині лучної конюшини другого року життя

Кількість гілок	1	— 6	— 12	— 18	— 24	— 30	— 36	— 42	— 48	— 54
% зразків	16	3	35	16	10	7	10	3		

Всі зразки умовно можна поділити на 3 групи: малостебельні (до 8 стебел) і малогіллясті (до 12 гілок на рослині); з середньою кількістю стебел (8—16) і з середньою кількістю гілок (від 12 гілок до 36); багатостебельні (від 16 і більше) і багатогіллясті (більше 36 гілок на рослині). Крім того, були також зразки малостебельні і середньогіллясті; середньостебельні і багатогіллясті; середньостебельні і малогіллясті та інші (табл. 2). Найбільшу цінність являють багатостебельні і багатогіллясті популяції (ВІК-31, ЛДУ-46, ЛДУ-55 та інші), які також високоврожайні.

Одержані дані говорять про відносну дискретність ознак за кількістю стебел і гілок, що необхідно враховувати при гібридизації.

Порівнюючи типи рослин і типи коренів лучної конюшини, можна знайти підтвердження закономірності, коли розгалуження надземної системи відповідає розгалуженню коренів. Однак у ряді зразків розгалуження коренів не відповідає розгалуженню надземної маси (табл. 2).

Розгалуженість надземної частини не завжди обумовлює розгалуженість коренів. Крім того, характер її може бути дуже цікавим. Розгалуження може бути в перший рік життя рослин НСС-189, коли на рослині утворюються замість одної декілька

голівок (укорочених стебел); на другий рік укорочені стебла розростаються (ЛДУ-46, ЛДУ-31, ЛДУ-63) і створюють враження декількох рослин з одним стержневим коренем. Причому майже кожна стеблова укорочена частина розгалужується немов коренева шийка цілої рослини. Інший тип розгалуження стебел ми спостерігали на рослинах ЛДУ-29, ЛДУ-39, ЛДУ-18 і ЛДУ-22. За своїм характером розгалуження периферичних стебел дуже нагадувало розгалуження чи то суницевидної конюшини, чи то повзучої, однак такі стебла не вкорінювалися, хоча і мали вигляд повзучих. Ці та ряд інших фактів наводять на думку, чи не можна припустити, що походження видів конюшини йшло від повзучих до прямостоячих форм.

Далі подаємо мінливість конюшини за типами рослин і кореневою системою.

Типи рослин лучної конюшини другого року життя

Типи рослин	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
% зразків	8	3	14	22	28	11	11	3

Типи кореневої системи конюшини другого року життя

Типи кореневої системи	I	II	III	IV	V
% зразків	13	18	33	3	33

З наведених даних неважко помітити, що більшість зразків мала середньо або сильно розгалужені (мочкуваті) корені. Розгалуженість кореневої системи особливо характерна для популяцій конюшини Полісся, де спостерігається надмірна вологість луків, причому корені конюшини на осушених торфовищах розгалужуються більше, ніж на мінеральних грунтах.

За скоростиглістю всі зразки підрозділялися на скороспілі (10%), середньоспілі (53%) і пізньоспілі (37%). Скоростиглість конюшини залежала від цілого комплексу біологічних особливостей, в тому числі від темпів відростання весною і тривалості фаз розвитку стеблоутворення, бутонізації і цвітіння, що необхідно враховувати при доборі пар і виведенні сортів.

Варіаційний ряд за скоростиглістю (період від початку вегетації до масового цвітіння) популяцій лучної конюшини другого року життя

Кількість днів	55 — 60	— 65	— 70	— 75	— 80	— 85	— 90	— 95	— 100	— 105
% зразків	3	7	8	11	34	1,5	10,5	21	4	

За кількістю квіток у суцвітті популяції конюшини другого року життя були також неодинаковими, причому мінливість цієї ознаки була яскраво виражена у ЛДУ-46, ЛДУ-29, ЛДУ-39 та інших, майже не виражена (ЛДУ—55, ВІК—196). Кількість

суцвіть на рослині у різних зразків була також неоднаковою, що є побічним показником насіннєвої продуктивності лучної конюшини.

Зимостійкість лучної конюшини на торфовищах була значно нижчою, ніж на мінеральному грунті (табл. 6). Правда, на

Таблиця 3

Винадання рослин лучної конюшини в зимово-весняний період 1955 р.

Збереглося рослин (у %)	Кількість зразків	
	на мінеральному грунті	на торфовищах
0 — 10	3	24
11 — 20	5	7
21 — 30	6	5
31 — 40	11	5
41 — 50	6	7
51 — 60	6	3
61 — 70	7	5
71 — 80	3	2
81 — 90	5	1
91 —100	18	5

торфовищах, де вирощувалася конюшина, весною 1955 р. затрималася вода до 16 травня, що, очевидно, було головною причиною загибелі рослин. Однак і при цих умовах значне число популяцій і сортів конюшини витримало суворі випробування і показало високу стійкість до вимочування. Найбільш стійкими до зимово-весняної загибелі виявилися ЛДУ-30, НСС-111, ВІР-26047, ВІР-27823, ВІР-24986, ВІР-1572. Необхідно також відмітити, що з травня по жовтень із числа популяцій, які збереглися до весни, випало ще 13. Це говорить про те, що причини загибелі конюшини повинні вивчатись не лише зимою і весною, але влітку і восени.

На мінеральному грунті найбільш зимостійкими показали себе ЛДУ-31, ЛДУ-63, ЛДУ-39, ЛДУ-20, ЛДУ-21, ЛДУ-28, ЛДУ-19, ЛДУ-52, ВІК-194, ВІР-27618, ВІР-28034, ВІР-24862, ВІР-25711, ВІР-26638, ВІР-24631, ВІР-27730, ВІР-24681, ВІР-24713, ВІР-27612, ВІР-24986.

ВИСНОВКИ

1. Ознаки конюшини: висота рослини, довжина вегетаційного періоду, облиственість, кількість стебел і гілок на рослині відносно дискретні, що необхідно враховувати при гібридизації.

2. За розгалуженістю кореневої системи конюшина поділяється на 5 типів. Більшість популяцій, особливо Полісся, має середньо і дуже розгалужену кореневу систему.

3. Мінливість ознаки за кількістю квіток у суцвітті в одних зразків конюшини дуже виражена, в той час як у інших може майже не проявлятись.

4. Зимостійкість конюшини залежить від біологічних особливостей популяцій та місця їх вирощування. Більшість зразків показала себе менш зимостійкими на торфовищах, ніж на мінеральному грунті.

5. Перспективними для використання в умовах достатньої і надмірної вологості виявились такі популяції і сорти конюшини: ЛДУ-63, ЛДУ-31, ЛДУ-21, ЛДУ-14, ЛДУ-22, ЛДУ-54, ЛДУ-20, ЛДУ-55, ЛДУ-28, ЛДУ-19, ЛДУ-46, ЛДУ-53, ЛДУ-50, ЛДУ-18, НСС-5, Глухівський, Носівський 2-укісний, Чернігівський, ВІР-22751, ВІР-2873, ВІР-24047, ВІР-27730, ВІР-28858, ВІР-22477, ВІР-22479, ВІР-24861, ВІР-26711, ВІР-27107, ВІР-24653, ВІР-24613, ВІР-20026, ВІК-31, ВІК-191, ВІК-159, ВІР-24986, ВІР-26123, ВІР-24862, ВІР-25711, ВІР-29504, ВІР-28325, ВІР-26638, ВІР-28322, ВІР-1572, ВІР-620. Всього виділено 14 зразків лучної конюшини Полісся і 30 сортів та популяцій інших селекційних станцій і наукових закладів.

Кращими популяціями гібридної конюшини на осушених торфовищах показали себе ЛДУ-38, ЛДУ-25; на мінеральному суглинистому грунті виділились ЛДУ-38, ЛДУ-10, ЛДУ-61, ЛДУ-25, ЛДУ-6, ЛДУ-37.

Кращими популяціями повзучої конюшини були: ЛДУ-7, ЛДУ-26, ЛДУ-17, ЛДУ-41, ЛДУ-59.

6. Популяції повзучої конюшини, які були у наших дослідах, показали себе як виключно зимостійкі на торфовищах і на мінеральному грунті.

7. Найбільш перспективними видами для використання на торфовищах і на зайвозволожених луках є гібридна і повзуча конюшини.

А. С. ПАЛАМАРЧУК

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ КОНЮШИНИ ДРУГОГО РОКУ ЖИТТЯ

Конюшина є кращим компонентом злаково-бобових сумішей нечорноземної частини СРСР, а також одною з кращих кормових рослин.

На жаль, в нашому сільському господарстві вона використовується ще недостатньо. Причина цього — недостатнє знання біології конюшини, що, в свою чергу, веде до недооцінки вибору для районування найбільш урожайних сортів і популяцій.

В нашій попередній роботі («Доповіді та повідомлення», вип. VI, частина II) ми висвітлили деякі питання росту і розвитку конюшини першого року життя на торфовищах і мінеральному грунті. В цій статті будуть розглянуті особливості росту і урожайність конюшини другого року життя.

Досліди були закладені на торфовищах Сарненської дослідної станції Ровенської області і на мінеральному грунті ботанічного саду Львівського університету ім. Івана Франка. Насіння висівали в травні 1954 р. на ділянках розміром 0,5—2 $м^2$ в залежності від їх кількості. Всього було висіяно 109 зразків, в тому числі конюшини лучної — 84, гібридної — 8, гірської — 2, середньої — 2, альпійської — 1, повзучої — 6, суницевидної — 4, маленької — 2, 51 зразок зібрали на луках по ріках Горинь і Случ, 58 зразків одержали із ВІРа, ВІКа та з Носівської ДСС. Висіяні зразки були кращими формами на луках Полісся, стародавніми, місцевими і селекційними сортами, батьківщиною яких були БРСР, Полісся, Башкірська АРСР, Псковська, Молотовська, Ленінградська, Чернігівська, Кіровська та інші області, а також Італія, Данія, Англія, Германія, США і Швеція.

Догляд — періодичне прополювання бур'янів і весняне підживлення.

Конюшина лучна. За урожайністю всі зразки умовно можна віднести до чотирьох груп: низьковрожайні сорти і популяції (вага 100 рослин після укосу до 2 *кг*), середньоврожайні — 2—5 *кг*, високоврожайні — 5—9 *кг* і найбільш урожайні—з середньою вагою 100 рослин більше 9 *кг*. Треба зазначити, що урожайність рослин другого року життя була значно більшою, ніж першого (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність лучної конюшини першого і другого року життя, вирощеної на мінеральному грунті

Зразки	Середня вага 100 рослин (в *кг*)	Кількість зразків (в %)	
		1-го року життя	2-го року життя
Низьковрожайні	до 2	24	5,3
Середньоврожайні	2—5	27	30,6
Високоврожайні	5—9	39	28
Найбільш урожайні	більше 9	10	36,1

З таблиці 1 видно, що оцінку конюшини на врожайність треба проводити на протязі ряду років. Низька врожайність сорту чи популяції в перший рік життя не може бути причиною для того, щоб їх бракувати за цією ознакою. Однак при безпокривній культурі і однорічному користуванні, а також при ви-

борі покривної культури і строків підсіву і при обгрунтуванні норми висіву покривної культури необхідно враховувати врожайність і темпи росту конюшини першого року життя.

З таблиці 1 видно, що одні і ті ж зразки конюшини, неврожайні в перший рік життя, можуть виявитися врожайними на другий рік і навпаки. Якщо в перший рік було 24% низьковрожайних зразків, то на другий рік їх виявилось лише 5,3%; найурожайніших зразків конюшини першого року життя було лише 10%, тоді як другого — 36,1%. Ясніше цю закономірність можна побачити на даних таблиці 2.

Таблиця 2

Урожайність окремих зразків лучної конюшини в залежності від року життя

№ за каталогом [1]	Середня вага 100 рослин (в г)		№ за каталогом	Середня вага 100 рослин (в г)	
	1-го року життя	2-го року життя		1-го року життя	2-го року життя
ЛДУ—14	938	3850	ЛДУ—46	11571	9350
ЛДУ—35	923	3020	ВІР —27730	7750	11450
ЛДУ—22	1481	8050	ВІР —24861	8090	15600
ВІР —22751	1453	10800	ВІР —22478	7000	9300
НСС—5	1389	6110	ЛДУ—28	6071	3222
ВІР —24713	765	14700	ВІР —24986	7272	6550
ВІР — 24862	3192	30400	ВІР —26638	8300	7000
ЛДУ—20	2295	8350	ЛДУ—52	2840	2200
ЛДУ—55	2222	14100	ЛДУ—29	1467	1850
ЛДУ—31	2700	3800	ВІК—144	2038	2320
ЛДУ—39	2740	2850	ВІР—27107	4973	17000

Із таблиці 2 видно, що багато зразків конюшини, які дали низький укіс зеленої маси в перший рік життя безпокривної культури, виявились високоврожайними на другий рік життя. На цьому прикладі можна продемонструвати те, що максимальне проявлення врожайності залежить не лише від умов вирощування, але і від біологічних особливостей рослин. Очевидно, «неурожайні» в першому році життя зразки найбільш пристосовані до покривної культури і невимогливі до умов життя. На другий же рік, навпаки, вони дуже вимогливі до водного, по-

[1] В статті наводяться номери зразків за каталогами тих установ, звідки зразки одержані. Буквами скорочено позначено назву установ: ВІР — Всесоюзний інститут рослинництва, ВІК — Всесоюзний інститут кормів, НСС — Носівська селекційна станція, ЛДУ — Львівський державний університет, а при необхідності даються повні назви сортів.

живного, світлового та інших факторів. Не важко замітити, що такі зразки конюшини недоцільно висівати в умовах безпокривної культури.

Прямою протилежністю першій групі зразків конюшини є друга група, рослини якої в перший і другий рік життя дають високий урожай зеленої маси. Ця група є найбільш цінною для безпокривної культури і однорічного користування. Вона вимоглива до сприятливих умов росту і розвитку, погано переносить несприятливі умови під час вегетації, а також велику густоту стояння покривної культури.

Недооцінка цієї біологічної особливості привела багатьох авторів до суперечливих висновків[1]. Одні наполягають лише на безпокривній культурі конюшини (І. М. Рожков, І. А. Голомазов); інші вважають, що конюшину треба культивувати під покривом, бо врожай, на їх думку, залежить лише від підбору покривної культури та удобрення (Г. К. Богатчук, М. Г. Чижевський, Д. А. Забелло). Для нас безсумнівно, що недооцінка біологічних особливостей конюшини наносить велику шкоду конюшиносіянню і науковому обгрунтуванню її сортової агротехніки, якої, до речі, досі нема. Вивчають конюшину «взагалі», висівають також «взагалі», що нерідко приводить до суперечливих висновків і низьких врожаїв конюшини.

З таблиці 2 видно, що третя група зразків конюшини (ЛДУ-28, ВІР-26638) була урожайніша в перший рік життя і менше — в другий. Такі форми конюшини за своїми біологічними особливостями і врожайністю дещо нагадують однорічну конюшину та інші однорічні трави. Очевидно, подібні форми конюшини інколи доцільно висівати безпокривно у прифермських сівозмінах. Четверта група зразків конюшини була приблизно однаково врожайною як у перший, так і в другий рік життя (ЛДУ-39, ВІР-24986).

Наведені приклади різних за врожайністю типів конюшини говорять про необхідність складати травосуміші не лише з різних компонентів (конюшина і тимофіївка та інші), але складати сумішку насіння конюшини різних сортів або популяцій з урахуванням їх біологічних особливостей і дальшого використання (причому п'ята група сортів і форм конюшини повинна виключатись. В цю групу входять неврожайні популяції у перший і другий роки життя — ВІК-144, ЛДУ-29). Низьковрожайні форми конюшини дуже часто засмічують природні луки і пасовиська і нерідко висіваються навіть у травопільних сівозмінах. Останнє можливе також і в тих випадках, коли насіння конюшини завозять з інших районів, у яких вони, можливо, дають непоганий урожай, а в нових районах виявляються низьковрожайними.

[1] В журналі «Селекция и семеноводство» див. статті: І. М. Рожков, № 11, 1949; І. А. Голомазов, № 5, 1950; Г. К. Богатчук, № 1, 1950; Д. А. Забелло, М. Г. Чижевський, № 5, 1949.

Така закономірність була характерною при вирощуванні конюшини не лише на мінеральному грунті, але і на торфовищах. Так, середня вага 100 рослин сорту Глуховський на торфовищах в перший рік життя була 6940, а в другий— 8375 *г*; сорту Чернігівський відповідно — 2520 і 7366 *г*; ВІР-24861 — 9642 і 6766 *г*; сорт Глорія — 5666 і 3883 *г*; ЛДУ-38 (гібридний) — 5314 і 16075 *г*. У зв'язку з сказаним цікаво розглянути приріст рослин у висоту і особливості їх росту (табл. 3).

Таблиця 3

Приріст у висоту 82 зразків і сортів лучної конюшини другого року життя (в *см*)

Дати	Варіаційний ряд									
	0 — 2	2 — 4	4 — 6	6 — 8	8 — 10	10 — 12	12 — 14	14 — 16	16 — 18	18 — 20
31/IV—10/V	6	9	15	17	13	12	7	3		
10—20/V	12	17	24	18	9	1		1		
20/V—1/VI	1	11	7	9	19	25	6	3	1	
1—12/VI	1	1	5	1	9	10	16	10	18	9
12—21/VI		1	1	3	8	6	10	10	13	15
21—30/VI	1	3	6	9	8	12	12	9	3	5
30/VI—10/VII	4	7	5	4	4	1	3	5	7	7
10/VII—20/VII	16	14	10	12	10	12	10	9	8	1

Кількість зразків

Продовження таблиці 3

Дата	Варіаційний ряд										
	22 — 24	24 — 26	26 — 28	28 — 30	30 — 32	32 — 34	34 — 36	36 — 38	38 — 40	40 — 42	42 — 44
31/IV—10/V											
10—20/V											
20/V—1/VI											
1—12/VI	2										
12—21/VI	9	3	2	1							
21—30/VI	3	4	1	3		1		1			
30/VI—10/VII	4	4	4	7	6	2	2	3		2	2
10—20/VII		1		1							

Кількість зразків

Якщо простежити загальний середній приріст усіх зразків і сортів конюшини, то ми впевнимося у тому, що приріст у висоту в основному тривав до 10/VII; після 10/VII приріст різко зменшувався у зв'язку з цвітінням більшості сортів і популяцій. Деяке зменшення приросту було також з 10/V по 20/V та з 21/VI по 30/VI, що, напевно, викликано несприятливими метеорологічними умовами (похолоданням, недостатнім або надмірним зволоженням і т. д.).

З таблиці 3 видно, що приріст різних зразків і популяцій був неоднаковим. Так, з 31/IV по 10/V 6 зразків відросли лише до 2 *см*, а 10—на 14—16 *см*; основна маса зразків (45 штук) відросла на 6—10 *см*. Особливо швидким відростанням весною 1955 р. відзначилися: ВІР-24986, ВІР-22767, ВІР-620, ЛДУ-14, ЛДУ-29, ЛДУ-20, НСС-5, ЛСГІ, ВІР-24713, ВІР-27730, ВІР-27823 і ряд інших зразків. Цінність швидковідростаючих популяцій конюшини загальновідома: вони можуть бути використані як ранній зелений корм у зеленому конвеєрі і на пасовиськах.

Наші спостереження також показали, що інтенсивність відростання конюшини не завжди корелює з зниженням зимостійкості. Наприклад, ЛДУ-21, ЛДУ-20, ВІК-194, ВІР-24862 швидко відростали і в наших умовах були зимостійкими.

Найінтенсивніший ріст більшості зразків спостерігався з 1 по 21 червня. Однак і в цей період були форми конюшини, які відрізнялися швидким або повільним приростом рослин. Навіть у період 30/VI—2/VII були зразки, які давали приріст 20—22 *см* за декаду і зразки, які майже не давали приросту.

Наведені дані щодо врожайності і темпів росту в одні і ті ж періоди вегетаційного сезону дозволяють виділити сорти і популяції конюшини, які мають найбільший приріст: в I період (31/IV—10/V) — ЛДУ-14, ЛДУ-30, ЛДУ-20, НСС-5, ВІР-24986, ВІР-620, ВІР-24713, ВІР-27873, ВІР-2783, ЛСГІ, ВІР-22767, ВІР-25711;

у II період (10—20/V) — ЛДУ-30, ЛДУ-28, ВІР-22767, ВІР-620, ВІР-29504, ВІР-28325, ВІР-22751;

у III період (20/V—1/VI) — ЛДУ-14, ЛДУ-35, ЛДУ-30, ЛДУ-54, ЛДУ-28, ВІР-29504, ВІР-620, ВІР-27730, ВІР-19614;

у IV період (1—12/VI) — ЛДУ-39, ЛДУ-21, ЛДУ-28, ЛДУ-53, ЛДУ-5, ВІК-144, ВІР-24862, ВІР-22767, ВІР-27730, ВІР-27612, ВІР-24653, ВІР-21987;

у V період (12—21/VI) — ЛДУ-21, ЛДУ-29, ЛДУ-20, ЛДУ-53, Глухівський, Глорія, ВІК-194, ВІР-2186, ВІР-28322, ВІР-27611, ВІР-26046, ВІР-27107;

у VI період (21—30/VI) — ЛДУ-19, ЛДУ-46, ЛДУ-52, ЛДУ-53, ВІР-26123, ВІР-29504, ВІР-2783, ВІР-26047;

у VII період (30/VI—10/VII) — ЛДУ-22, ЛДУ-19, НСС-113, НСС-111, ВІР-24986, ВІР-22478, ВІР-28322, ВІР-27611, ВІР-1572, ВІР-25093;

у VIII період (10—20/VII) — ЛДУ-22, ЛДУ-30, ЛДУ-29, ЛДУ-5, НСС-111, Красноуфімський одноукісний, ВІР-24986, ВІР-28322, ВІР-20026, ВІР-24631, ЛСГІ.

Така визначеність періодів інтенсивного приросту говорить про необхідність висіву в колгоспі декількох сортів для використовування їх у різні пори весни і літа.

ВИСНОВКИ

1. Врожайність різних сортів і популяцій конюшини неоднакова у різні роки життя, тому оцінку її на врожайність треба проводити на протязі ряду років.

2. Висока врожайність залежить не лише від умов вирощування, але і від біологічних особливостей рослин.

3. За врожайністю сорти і зразки умовно підрозділяються на 5 груп: низьковрожайні в перший рік життя і високоврожайні у другий; високоврожайні в перший рік життя і низьковрожайні у другий; урожайні у перший рік життя і менш урожайні у другий; однаково врожайні у перший і другий рік життя; неврожайні у перший і другий рік життя.

4. «Неврожайні» сорти конюшини в перший рік життя і урожайні — у другий рік найбільш доцільно висівати під покровом інших культур, бо це відповідає їх біологічним особливостям; навпаки, високоврожайні сорти і популяції в перший рік життя слід висівати безпокривно.

5. Виявлені 8 типів відростання конюшини необхідно враховувати при обгрунтуванні агротехнічних заходів та класти в основу при її використанні в різні пори весни та літа.

6. Типи врожайності та відростання необхідно класти в основу поряд з іншими біологічними особливостями сортової агротехніки.

И. А. МЕДЯНИК, Я. В. ОЛЕЙНИК

РОЛЬ SH — ГРУПП В ВОЗНИКНОВЕНИИ ПАРАБИОЗА КОРКОВЫХ КЛЕТОК

В предыдущих наших работах (И. А. Медяник, Я. В. Олейник, 1955) установлено, что постоянный непрерывный и переменный электрический ток, раздражая кору головного мозга собак, изменяет возбудимость корковых клеток по принципу парабиоза.

Наши исследования (И. А. Медяник, Л. А. Медяник, Я. В. Олейник, 1955, 1956) показали также, что возникновение условнорефлекторного возбуждения в коре головного мозга связано с повышением активности SH—групп. Развитие процес-

сов внутреннего торможения сопровождается понижением активности этих групп.

В настоящее время большинство исследователей (П. К. Анохин, Э. А. Асратян, Д. Н. Насонов, А. Д. Сперанский, В. С. Русинов, Н. П. Резвяков и др.) считает, что явление парабиоза лежит в основе развития процессов торможения.

Продолжая исследовать роль тиоловых групп в деятельности нервной системы, мы поставили перед собой задачу изучить участие —SH— групп белковых тел в развитии парабиоза коры головного мозга при раздражении электрическим током. Опыты проводились на собаках с выведенными протоками обеих околоушных слюнных желез. У животных были выработаны положительные и отрицательные симметрические пищевые условные рефлексы.

В первой серии опытов, когда положительные симметрические натуральные условные рефлексы под действием постоянного тока были значительно понижены, собакам подкожно вводилось 1—2 *мл* 1-проц. раствора цистеина и изучались дальнейшие изменения условнорефлекторной деятельности.

Результаты опытов показали (табл. 1), что через 10—15 мин. после введения цистеина латентный период условнорефлекторного слюноотделения сокращается. Величина симметрических

Таблица 1

Влияние постоянного электрического тока и цистеина на симметрические условные рефлексы у собаки Азы

(самка, вес тела 10 *кг*.) Опыт проведен 27. I 1956 г.

Время опыта	Раздражитель	Левая околоушная слюнная железа			Правая околоушная слюнная железа		
		Латентный период слюноотделения (в сек.)	Условнорефлекторное слюноотделение за 30 сек. в делениях шкалы	Безусловнорефлекторное слюноотделение за 3 мин в делениях шкалы	Латентный период слюноотделения (в сек.)	Условнорефлекторное слюноотделение за 30 сек. в делениях шкалы	Безусловнорефлекторное слюноотделение за 3 мин. в делениях шкалы
19^{40}	Звонок 1	6	10	125	6	9	124
19^{45}	1,8 мА	14	4	—	18	3	—
19^{48}	1,8 мА+звон. 1	24	3	122	16	2	129
19^{51}	Введено	1 *мл*	1%	цистеина	(подкожно)		
20^{00}	1,8 мА+звон. 1	16	9	116	16	12	119
20^{05}	1,8 мА+звон. 1	8	10	117	8	14	121

положительных условных рефлексов восстанавливается, достигая исходного фона. Эти данные говорят о том, что в развитии парабиоза, вызванного пропусканием электрического тока через кору головного мозга, важная роль принадлежит —SH—группам белковых тел. Под влиянием электрического тока понижается активность SH-групп и наступает ослабление процесса возбуждения и усиление процесса торможения в коре головного мозга. Цистеин снимает такое действие электрического тока.

Во второй серии опытов собакам вводилось 1—2 *мл* 1-проц. раствора $CdCl_2$, а затем исследовались положительные условные рефлексы. Через 40—60 минут после введения $CdCl_2$ раздражали кору головного мозга собак анодом постоянного непрерывного электрического тока силой 1—10 *мА* (ток нисходящего направления) на протяжении 3 минут. После этого изучали величины натуральных и искусственных пищевых симметрических условных рефлексов.

Из таблицы 2 видно, что под влиянием $CdCl_2$ удлиняется время латентного периода условного слюноотделения и резко падает величина положительных условных рефлексов обеих сторон. Пропускание постоянного электрического тока через центральную нервную систему приводит к тому, что снимается

Таблица 2

Влияние хлористого кадмия и электрического постоянного тока на симметрические условные рефлексы у собаки Азы (самка, вес 10 *кг*). Опыт проведен 20. XI 1955 г.

Время опыта	Раздражитель	Левая околоушная слюнная железа			Правая околоушная слюнная железа		
		Латентный период слюноотделения (в сек.)	Условнорефлекторное слюноотделение за 30 сек. в делениях шкалы	Безусловнорефлекторное слюноотделение за 3 мин. в делениях шкалы	Латентный период слюноотделения (в сек.)	Условнорефлекторное слюноотделение за 30 сек. в делениях шкалы	Безусловнорефлекторное слюноотделение за 3 мин. в делениях шкалы
17^{48}	Звонок 1	3	8	117	3	9	129
17^{55}	Введено	1 *мл* 1% $CdCl_2$		(через рот)			
18^{45}	Звонок 1	28	1	99	—	0	133
18^{50}	3 мА+звон. 1	2	14	111	2	21	124
19^{00}	Звонок 1	10	6	90	8	8	114
19^{05}	3 мА	6	3	—	9	2	—

блокирующее действие $CdCl_2$, резко сокращается латентный период условнорефлекторной реакции и величина условных рефлексов восстанавливается до исходного уровня или даже превышает его.

Следовательно, иные взаимоотношения наблюдаются, когда под влиянием парабиотизирующих агентов (ионов кадмия) усиливается процесс торможения в коре головного мозга и наступает блокада—SH—групп. В этих условиях опыта электрический ток, действуя на центральную нервную систему, повышает активность SH—групп и этим самым способствует восстановлению положительных условных рефлексов.

Х. С. Коштоянц и другие авторы считают, что развитие тормозного процесса в нервной системе обусловливается понижением активности—SH—групп белковых тел. И. А. Медяник и другие указывают на то, что в центральной нервной системе при переходе возбудительного процесса в тормозной важную роль играет не только понижение активности—SH—групп белковых тел, но и переход SH—групп в дисульфидные (—S—S—) связи. Поэтому в третьей серии опытов собакам вводилось перорально 1—2 *мл* 1-проц. раствора мочевины (мочевина способствует переходу SH—групп в —S—S—группы) и исследовалось изменение симметрических положительных натуральных и искусственных пищевых условных рефлексов. Спустя 40—50 минут после введения мочевины через центральную нервную систему пропускался нисходящий постоянный электрический ток и производились наблюдения за изменением условных рефлексов.

Из таблицы 3 видно, что после введения мочевины величина положительных условий рефлексов падает, значительно удлиняется время латентного периода условного слюноотделения.

При раздражении коры головного мозга анодом постоянного электрического тока снимается действие мочевины, резко уменьшается латентный период условного слюноотделения, возрастает величина симметрических положительных натуральных и искусственных пищевых условных рефлексов.

Данные этих опытов (таблица 3) показывают, что введение веществ (мочевины), ускоряющих окисление SH—групп в дисульфидные (—S—S—группы), способствует ослаблению возбудительного процесса и усилению процесса торможения в коре головного мозга. Такое торможение снимается действием анода постоянного тока на кору головного мозга. Следовательно, оно носит парабиотический характер. По-видимому, электрический ток переводит дисульфидные (—S—S—) связи в —SH—группы белковых тел и тем самым способствует восстановлению положительных условных рефлексов.

В 4-ой серии опытов животным вводилось 1—2 *мл* 1-проц. раствора $CdCl_2$ и исследовалось изменение дифференцировок или угашенных натуральных симметрических пищевых услов-

Таблица 3

Влияние мочевины и постоянного электрического тока на симметрические условные рефлексы у собаки Барс (самец, вес тела 14,5 *кг*). Опыт проведен 4. II 1956 г.

Время опыта	Раздражитель	Левая околоушная слюнная железа			Правая околоушная слюнная железа		
		Латентный период слюноотделения (в сек.)	Условнорефлекторное слюноотделение за 30 сек. в делениях шкалы	Безусловнорефлекторное слюноотделение за 30 мин. в делениях шкалы	Латентный период слюноотделения (в сек.)	Условнорефлекторное слюноотделение за 30 сек. в делениях шкалы	Безусловнорефлекторное слюноотделение за 3 мин. в делениях шкалы
17^{25}	Условный натуральный	2	23	189	2	26	147
17^{40}	Введено 2 *мл* 1-проц. раствора мочевины (per os)						
18^{10}	Условный натуральный	16	4	154	6	9	137
18^{20}	Условный натуральный	—	0	180	6	6	160
18^{25}	3 мА + условный натуральный	5	28	170	2	20	148
18^{30}	Условный натуральный	3	30	163	2	24	145

ных рефлексов. Спустя 30—60 минут после введения $CdCl_2$ через центральную нервную систему животных пропускался постоянный электрический ток нисходящего направления и изучалось изменение дифференцировок и угасательного торможения. Полученные данные показали, что $CdCl_2$ усиливает и углубляет дифференцировки и угашение пищевых условных рефлексов (табл. 4).

Постоянный электрический ток, действуя на кору головного мозга, снимает это блокирующее действие $CdCl_2$ и приводит к тому, что дифференцировки и угашенные условные рефлексы становятся снова неполными (табл. 4). Это указывает на то, что внутреннее торможение в коре головного мозга развивается по принципу парабиоза. В развитии этого парабиотического

Таблица 4

Влияние хлористого кадмия и постоянного электрического тока на симметрические условные рефлексы у собаки Азы (самка, вес 10 *кг*). Опыт проведен 2. XII 1955 г.

Время опыта	Раздражитель	Левая околоушная слюнная железа			Правая околоушная слюнная железа		
		Латентный период слюноотделения (в сек.)	Условнорефлекторное слюноотделение за 30 сек. в делениях шкалы	Безусловнорефлекторное слюноотделение за 3 мин. в делениях шкалы	Латентный период слюноотделения (в сек).	Условнорефлекторное слюноотделение за 30 сек. в делениях шкалы	Безусловнорефлекторное слюноотделение за 3 мин. в делениях шкалы
16^{22}	Звонок I	6	6	120	4	11	133
16^{27}	Звонок II	12	3	—	12	4	—
16^{28}	Введено 1 *мл* 1-проц. $CdCl_2$ (per os)						
16^{53}	Звонок II	16	1	—	—	0	—
17^{02}	1,8 мА + звонок II	2	6	—	2	5	—
17^{05}	Звонок II	17	7	—	20	4	—

торможения важную роль играют тиоловые группы, так как блокада SH — групп белковых тел $CdCl_2$ ведет к углублению парабиотического торможения. Раздражение анодом постоянного электрического тока ведет к освобождению и повышению активности—SH—групп белка, и тем самым ослабляется процесс внутреннего торможения в коре головного мозга.

В последней серии своих опытов мы вводили собакам 1—2 *мл* мочевины и проверяли состояние дифференцировок и угашенных условных рефлексов. Потом через центральную нервную систему пропускали нисходящий постоянный ток и наблюдали за изменением дифференцировок и угашенных условных рефлексов. Оказалось, что введение мочевины углубляет дифференцировки и ускоряет угашение условных рефлексов. Они становятся более прочными и полными (табл. 5).

При действии анода постоянного тока на кору головного мозга наблюдается явление растормаживания дифференцировок и угашенных условных рефлексов (табл. 5). Эти опыты показывают, что мочевина окисляет—SH—группы белковых тел в дисульфидные (—SS—) связи и тем самым способствует углублению процессов внутреннего торможения в коре головного мозга.

Таблица 5

Влияние мочевины и постоянного электрического тока на симметрические угашенные условные рефлексы у собаки Азы (самка, вес тела 10 *кг*). Опыт проведен 4. II 1956 г.

Время опыта	Раздражитель	Левая околоушная слюнная железа			Правая околоушная слюнная железа		
		Латентный период слюноотделения (в сек.)	Условнорефлекторное слюноотделение за 30 сек. в делениях шкалы	Безусловнорефлекторное слюноотделение за 30 сек. в делениях шкалы	Латентный период слюноотделения (в сек.)	Условнорефлекторное слюноотделение за 30 сек. в делениях шкалы	Безусловнорефлекторное слюноотделение за 3 мин. в делениях шкалы
16^{43}	Условный натуральный	2	24	—	2	26	—
16^{46}	„	2	19	—	2	21	—
16^{50}	„	3	9	—	3	9	—
16^{51}	Введено 2 *мл* 1-проц. мочевины (per os)						
17^{05}	„	12	14	—	12	10	—
17^{15}	„	—	0	—	17	2	—
17^{20}	3 мА+условный натуральный	2	17	—	2	23	—
17^{25}	Условный натуральный	6	9	—	6	12	—

Электрический ток, наоборот, ослабляет процесс внутреннего торможения и способствует наступлению растормаживания в коре головного мозга.

Эти данные до некоторой степени указывают на то, что явление парабиоза лежит в основе как возникновения внутреннего торможения, так и растормаживания.

Резюмируя результаты наших исследований, мы приходим к заключению, что развитие парабиоза корковых клеток при пропускании электрического тока сопровождается изменением активности SH—групп, понижением ее и переходом SH—групп в —S—S—группы. Снятие анодом постоянного тока парабиоти-

ческого торможения в коре головного мозга, вызванного действием переменного тока и введением $CdCl_2$ и мочевины, свидетельствует о том, что постоянный электрический ток в этих условиях способствует переходу SS—групп в SH—группы.

И. А. МЕДЯНИК

УЧАСТИЕ SH—ГРУПП БЕЛКОВЫХ ТЕЛ В ПЕРЕДАЧЕ УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНЫХ ВЛИЯНИЙ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПЕЧЕНИ

В предыдущих наших работах было установлено (И. А. Медяник, Л. А. Медяник, Я. В. Олейник, 1955; И. А. Медяник, 1956), что условнорефлекторная деятельность животных протекает при активном участии тиоловых групп. При этом возникновение условнорефлекторного возбуждения связано с повышением реактивности SH—групп, в то время как развитие процессов внутреннего торможения связано с понижением активности сульфгидрильных групп белковых тел. В тех же исследованиях было доказано, что сульфгидрильные группы белковых тел играют важную роль в нервной регуляции функций печени. Так, блокада SH—групп хлористым кадмием вызывает падение секреции желчи и выведение ее в кишку, снижение экскреторной, антитоксической и мочевинообразовательной функций печени и усиливает выделение из печени веществ, ускоряющих процесс свертывания крови.

Блокирующее действие хлористого кадмия на указанные функции печени снимается введением цистеина, инъекцией карбохолина или раздражением блуждающего нерва, выведенного в кожный лоскут на шее. При этом восстанавливается исходный уровень деятельности печени. Так как у собак в возрасте 18—43 дней блуждающий нерв является секреторным и трофическим нервом печени (И. А. Медяник, 1952, 1953, 1954, 1955), эти влияния блуждающих нервов на деятельность печени осуществляются при активном участии SH—групп. Тормозящее действие атропина и адреналина на секрецию желчи и экскрецию индигокармина снимается введением цистеина. Следовательно, тормозные влияния симпатикоадреналовой системы на эти функции печени осуществляются при понижении активности SH—групп. По-видимому, в этом случае имеет место явление, установленное в лаборатории Х. С. Коштоянца Б. Манухиным (1954), когда продукты окисления адреналина подавляют функцию ферментов, содержащих SH—группы. Предварительное введение цистеина в 3—4 раза усиливает выведение органических веществ с желчью и синтез мочевины в печени под дей-

ствием адреналина по сравнению со стимулирующим влиянием только одного адреналина на эти функции печени. Следовательно, трофические влияния симпатической нервной системы на деятельность печени связаны с повышением активности SH—групп.

Нами были изучены условнорефлекторные влияния на деятельность печени (секрецию желчи, экскрецию индигокармина и синтез мочевины) и физиологические механизмы передачи этих влияний. С этой целью после установления исходного фона вышеуказанных функций печени и выработки положительных и отрицательных условных оборонительных рефлексов у подопытных животных мы поставили опыты с влиянием хлористого кадмия на функции печени и проследили изменение его действия под влиянием выработанных условных рефлексов. Как было указано выше, введение хлористого кадмия тормозит секрецию желчи, экскрецию индигокармина и синтез мочевины в печени. Применение положительных условных оборонительных рефлексов также угнетает эти функции печени. Дифференцировочные раздражители повышают секрецию желчи, экскрецию краски и синтез мочевины.

Если на фоне блокирующего действия хлористого кадмия на эти функции печени применить положительные условные оборонительные раздражители, то еще более угнетаются секреторная, экскреторная и мочевинообразовательная функции печени. В то же время применение дифференцировочных раздражителей снимает блокирующее действие хлористого кадмия на указанные функции печени. Поскольку при выработке условных оборонительных рефлексов создаются определенные индукционные отношения как в коре мозга, так и между нею и подкоркой (Э. А. Астратян), развитие отрицательной индукции во время действия положительных условных оборонительных раздражителей ведет к еще более значительному понижению функции печени, т. е. еще более понижается активность SH—групп. Во время действия дифференцировочных раздражителей, когда возникает явление положительной индукции, наступает повышение активности SH—групп и снимается блокирующее действие хлористого кадмия на деятельность печени. Таким образом, пусковые и трофические влияния коры головного мозга на деятельность печени связаны с участием SH—групп белковых тел. Передача импульсов тормозного характера, идущих с высших отделов центральной нервной системы — коры головного мозга — к печени, осуществляется при понижении активности SH—групп. В то же время влияние условнорефлекторного возбуждения на деятельность этого органа реализуется при повышении активности SH—групп.

І. А. МЕДЯНИК, А. К. СТАРОСТЮК

ДО ПИТАННЯ ПРО НЕРВОВУ РЕГУЛЯЦІЮ СИНТЕЗУ СЕЧОВИНИ У ТВАРИН РІЗНОГО ВІКУ

Процес синтезу сечовини в печінці тісно зв'язаний з процесом знешкодження аміаку (І. П. Павлов, М. В. Ненцкий, 1892, 1897). Тепер дослідження з використанням мічених атомів дозволили точніше сформулювати сучасні погляди на синтез сечовини в організмі тварин. Цей складний процес здійснюється або шляхом переходу аміаку в сечовину при орнітиновому циклі (Krebs, 1935, 1942), або шляхом перетворення його в глютамін, азот якого йде на синтез сечовини (Leinthardt, 1938, 1940; Д. Л. Фердман, 1950; Е. А. Владимирова, 1954), або завдяки участі аміногрупи L—аспарагінової кислоти, що використовується при перетворенні цитруліну в аргінін (А. Е. Браунштейн, 1949, 1955; Ratner, 1949, 1953 і інші). Отже, азот амінокислот і інших азотистих сполук, який переходить в організмі у сечовину, повинен перш за все звільнитись у вигляді аміаку (безпосередньо або шляхом переамінування) або перетворитись тим чи іншим способом в аміно-азот -L—аспарагінову кислоту.

Звідси, визначення вмісту аміаку, глютаміну і сечовини в крові після навантаження амонійними солями може служити надійним показником сечовинотворної функції печінки. Дія гормонів на процес синтезу сечовини в печінці у дорослих тварин досліджена Уайтом у 1952 р. Щодо впливу нервової системи на протікання цього процесу, то в літературі є спостереження Астаніна і Рубель (1928). Автори в гострому досліді встановили, що подразнення електричним струмом периферичного кінця блукаючого нерва підсилює утворення сечовини в печінці, а подразнення черевного нерва гальмує цей процес.

З метою з'ясування вікових особливостей регуляції сечовинотворної функції печінки й була проведена дана робота.

У щенят і у дорослих собак визначався вміст аміаку, глютаміну і сечовини в крові і кількість азоту-аміаку і сечовини в добовій сечі до і після навантаження оцтовокислим амонієм (100 *мг* на 1 *кг* ваги тіла). Визначення вмісту азотистих речовин крові після навантаження амонійними солями проводилось через 15, 30, 60 і 120 хвилин. Аміак крові і сечі визначався в чашечках Конвея. Вміст глютаміну в крові — за Д. Л. Фердманом, методом гідролізу з 2NHCl та наступною перегонкою і титрацією N 200 NaOH. Сечовина крові і сечі — в апараті Бородіна-Коварського.

Досліди показали, що печінка щенят і дорослих собак з різною інтенсивністю синтезує сечовину. Вміст аміаку в крові щенят до 16-денного віку — 0,70 *мг* %, у 20—45-денних щенят — 0,84, у 2—4-місячних — 0,68, а у дорослих собак — 0,35 *мг* %. З віком організму (до 4 місяців життя) зростає вміст

Таблиця 1

Вміст азоту-аміаку, глютаміну і сечовини в крові до і після навантаження оцтовокислим амонієм у тварин різного віку

Час досліду	Вік тварини			
	щенята до 16 днів	щенята 29—45-денні	щенята 2—4-місячні	дорослі собаки
	Аміак в *мг%*			
Початковий рівень	0,70	0,84	0,68	0,35
Після навантаження оцтовокисл. амонієм:				
15 хвилин	0,84	0,91	0,86	0,98
30 „	0,42	0,78	0,49	0,35
60 „	0,54	0,42	0,77	0,38
120 „	0,64	0,35	0,45	0,49
	Глютамін в *мкг%*			
Початковий рівень	9,00	18,70	21,22	6,10
Після навантаження:				
15 хвилин	11,00	31,30	20,10	8,57
30 „	26,75	23,10	38,70	10,15
60 „	14,00	39,10	13,90	9,13
120 „	12,35	18,45	18,70	7,43
	Сечовина в *мг%*			
Початковий рівень	44,4	46,4	49,8	33,4
Після навантаження:				
15 хвилин	43,5	60,8	72,5	43,5
30 „	54,2	69,4	94,3	47,8
60 „	64,4	80,5	83,2	52,4
120 „	55,6	49,4	94,3	54,3
Кількість тварин	5	4	4	4
Кількість дослідів	21	18	21	19

глютаміну в крові, але у дорослих собак він дещо знижується. Аналогічна картина спостерігається і щодо вмісту сечовини в крові. У щенят виводиться більше азоту-аміаку і сечовини з сечою, ніж у дорослих собак (на 1 *кг* ваги тіла). Навантаження амонійними солями приводить до різкого збільшення вмісту аміаку в крові в перші 15 хвилин. В наступних порціях крові рівень аміаку падає іноді нижче вихідного фону.

Концентрація глютаміну в крові після навантаження амонійними солями поступово збільшується, досягаючи максимуму через 30—60 хвилин. При цьому утворення глютаміну з аміаку протікає більш інтенсивно в щенят, ніж у дорослих собак. Ця закономірність співпадає з результатами дослідів Н. В. Нікітіна. Інтенсивність синтезу сечовини в печінці збільшується з віком організму, досягаючи найбільшої величини у 2—4-місячних щенят (табл. 1).

Однак приріст кількості азоту сечовини в сечі на 1 *кг* ваги тіла після навантаження амонійними солями становить у щенят і в дорослих собак одну й ту ж величину — 56—57% в порівнянні з вихідним фоном (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст азоту-аміаку і сечовини в сечі до і після навантаження оцтовокислим амонієм у тварин різного віку

Час досліду	Вік тварин			
	щенята до 16 днів	щенята 20—45-денні	цуценята 2—4-місячні	дорослі собаки
Азот-аміаку в *мг* на *кг* ваги тіла				
Початковий рівень	1,27	63,8	33,4	26,4
Після навантаження оцтовокислим амонієм	3,45	100,0	54,8	36,5
Азот-сечовини в *мг* на *кг* ваги тіла				
Початковий рівень	125	395	378	317
Після навантаження оцтовокислим амонієм	216	555	532	499

В дальших своїх дослідах ми перейшли до вивчення впливу карбохоліну, атропіну і адреналіну на сечовинотворення у тварин різного віку.

Введення карбохоліну після навантаження амонійними солями значно підвищує вміст глютаміну і сечовини в крові і азоту-сечовини в сечі у щенят до 16 днів життя і старших, порівнюючи з навантаженням лише солями. Аналогічна закономірність спостерігається і в дорослих собак.

Карбохолін підвищує сечовинотворну функцію печінки, починаючи з перших днів життя щенят. Особливо яскраво ця реакція виступає у тварин після 20-денного віку (табл. 3, 4).

Таблиця 3

Вміст аміаку, глютаміну і сечовини до і після навантаження оцтовокислим амонієм і введення карбохоліну у тварин різного віку

Час досліду	Вік тварин			
	щенята до 16 днів	щенята 20—45-денні	щенята 2-4-місячні	дорослі собаки
	Аміяк в *мг%*			
Початковий рівень	0,63	0,70	0,50	0,19
Після навантаження оцтовокислим амонієм і введення карбохоліну:				
15 хвилин	0,70	0,28	0,59	0,21
30 „	0,28	0,35	0,07	0,14
60 „	0,14	0,42	0,14	0,07
120 „	0,21	0,21	сліди	0,74
	Глютамін в *мкг%*			
Початковий рівень	11,50	15,70	17,15	7,05
Після введення карбохоліну через:				
15 хвилин	29,60	36,00	17,70	15,50
30 „	11,70	34,40	41,50	8,65
60 „	8,05	43,48	12,40	5,95
120 „	12,06	21,60	7,35	8,75
	Сечовина в *мг%*			
Початковий рівень	39,6	47,2	48,8	39,9
Після введення карбохоліну через:				
15 хвилин	47,5	53,6	57,30	43,50
30 „	55,4	73,4	85,95	79,80
60 „	73,6	74,4	74,40	85,50
120 „	69,2	111,6	108,80	79,00
Кількість тварин	4	4	4	4
Кількість дослідів	17	16	21	19

Таблиця 4

Вміст азоту-аміаку і сечовини в сечі до і після навантаження оцтовокислим амонієм і введення карбохоліну у тварин різного віку

Час досліду	Вік тварин			
	щенята до 16 днів	щенята 20—45-денні	щенята 2—4-місячні	дорослі собаки
Азот-аміаку в *мг* на *кг* ваги тіла				
Початковий рівень	1,41	65,6	39,5	25,8
Після введення карбохоліну	2,07	148,0	104,0	59,0
Азот-сечовини в *мг* на *кг* ваги тіла				
Початковий рівень	130	425	417	313
Після введення карбохоліну	273	650	629	575

В дослідах з введенням атропіну встановлено, що вміст азотистих речовин в крові і сечі після навантаження оцтовокислим амонієм і підшкірного введення атропіну з віком організму змінюється неоднаково. У щенят 16—18-денного віку атропін майже не змінює інтенсивності синтезу сечовини в печінці. У собак 20—45-денного віку під впливом атропіну падає здатність печінки синтезувати сечовину. В більш пізньому віці (після 1,5 місяця життя) і у дорослих собак атропін підсилює сечовиноутворну функцію печінки (табл. 5, 6).

Таблиця 5

Виведення азоту-аміаку і сечовини з сечою до і після навантаження оцтовокислим амонієм і введення атропіну у тварин різного віку

Час досліду	Вік тварин			
	щенята до 16 днів	щенята 20—45-денні	щенята 2—4-місячні	дорослі собаки
Азот-аміаку в *мг* на *кг* ваги тіла				
Початковий рівень	1,59	70,5	43,9	39,0
Після навантаження оцтовокислим амонієм і введення атропіну	5,70	142,3	49,0	47,3
Азот-сечовини в *мг* на *кг* ваги тіла				
Початковий рівень	97,0	375,0	329,0	289,5
Після введення атропіну	168,0	470,0	630,0	550,0

Таблиця 6

Вміст аміаку, глютаміну і сечовини в крові після навантаження оцтовокислим амонієм і введення атропіну у тварин різного віку

Час досліду	Вік тварин			
	щенята до 16 днів	щенята 20—45-денні	щенята 2—4-місячні	дорослі собаки
	Аміак в *мг* %			
Початковий рівень	0,69	0,73	0,56	0,42
Після навантаження оцтовокислим амонієм і введення атропіну через:				
15 хвилин	0,90	0,98	0,56	0,21
30 „	0,50	0,95	0,38	0,17
60 „	0,43	1,11	0,35	сліди
120 „	0,52	0,82	0,25	0,21
	Глютамін в *мкг* %			
Початковий рівень	12,6	10,1	22,9	8,15
Після навантаження оцтовокислим амонієм і введення атропіну через:				
15 хвилин	13,55	8,20	23,4	18,15
30 „	21,20	6,50	26,4	27,0
60 „	13,85	5,00	43,9	21,0
120 „	9,15	7,15	22,8	33,05
	Сечовина в *мг* %			
Початковий рівень	41,6	43,6	52,8	40,4
Після навантаження оцтовокислим амонієм і введення атропіну через:				
15 хвилин	48,2	59,5	65,1	56,4
30 „	28,0	39,07	28,0	68,1
60 „	58,3	65,5	92,7	105,8
120 „	57,3	74,1	91,2	114,6

Таблиця 7

Вміст аміаку, глютаміну і сечовини в крові до і після навантаження оцтовокислим амонієм і введення адреналіну у тварин різного віку

Час досліду	Вік тварин			
	щенята до 16 днів	щенята 20—45-денні	щенята 2—4-місячні	дорослі собаки
	Аміак в *мг %*			
Початковий рівень	0,64	0,73	0,59	0,41
Після навантаження оцтовокислим амонієм і введення адреналіну через:				
15 хвилин	0,78	0,56	0,98	0,77
30 „	0,84	0,84	0,70	0,63
60 „	0,70	0,21	0,56	0,19
120 „	0,63	0,21	0,28	0,77
	Глютамін в *мкг%*			
Початковий рівень	8,7	14,3	17,8	7,9
Після навантаження оцтовокислим амонієм і введення адреналіну через:				
15 хвилин	12,7	17,3	19,9	9,7
30 „	32,8	45,0	47,2	17,3
60 „	24,8	33,6	27,6	25,5
120 „	9,9	35,7	31,1	19,7
	Сечовина в *мг%*			
Початковий рівень	36,4	39,1	43,7	39,0
Після навантаження оцтовокислим амонієм і введення адреналіну через:				
15 хвилин	45,12	55,8	69,1	53,7
30 „	56,4	72,5	89,2	88,3
60 „	67,7	83,7	106,5	116,4
120 „	70,24	112,8	123,8	100,4

Введення адреналіну приводить до підсилення синтезу сечовини печінкою з перших днів життя організму. Особливо яскраво виражена реакція у щенят 2—4-місячного віку (табл. 7, 8).

Таблиця 8

Виведення азоту-аміаку і сечовини з сечою до і після навантаження оцтовокислим амонієм і введення адреналіну у тварин різного віку

Час досліду	Вік тварин			
	щенята до 16 днів	щенята 20—45-денні	щенята 2—4-місячні	дорослі собаки
Азот-аміаку в *мг* на *кг* ваги тіла				
Початковий рівень	1,43	69,7	39,7	31,4
Після навантаження оцтовокислим амонієм і введення адреналіну	12,2	73,0	48,0	48,0
Азот-сечовини в *мг* на *кг* ваги тіла				
Початковий рівень	109,9	403,7	410,9	375,0
Після навантаження оцтовокислим амонієм і введення адреналіну	234,0	581,0	615,0	925,0

Узагальнюючи експериментальний матеріал, ми приходимо до висновку, що в ранньому віці організму (до 16 днів життя) регуляція синтезу сечовини в печінці здійснюється гуморальним шляхом (в наших дослідах завдяки стимулюючому впливові гормона мозкового шару надниркових залоз). Поряд з тим дані наших дослідів з введенням адреналіну і карбохоліну свідчать про те, що периферичні нервові закінчення вегетативної нервової системи з перших днів життя здатні проводити збудження на печінку і змінювати тим самим синтез сечовини в ній. З віком організму (після 16—18 днів), коли регуляція синтезу сечовини в печінці підпорядковується впливу нервової системи, зокрема її центральних відділів, виключення холінергічних волокон атропіном змінює синтез сечовини в печінці.

І. А. МЕДЯНИК

ЕКСКРЕТОРНА ФУНКЦІЯ ПЕЧІНКИ В ОНТОГЕНЕЗІ

Важливу роль у виділенні продуктів обміну речовини відіграють нирки. Однак ряд продуктів обміну виводиться з організму шлунково-кишковим трактом (роботи лабораторії І. П. Разенкова, Я. П. Склярова, А. М. Воробйова та інших).

В даній роботі вивчалася екскреція індигокарміну печінкою у тварин різного віку. Піддослідним тваринам вводився індигокармін (0,5 *мг* на 1 *кг* ваги тіла) підшкірно і на протязі 5 годин визначалась концентрація цієї фарби в жовчі. Спеціально проведені нами досліди на собаках різного віку з фістулою жовчевого міхура і виведеними на шкіру черева сечоводами за мето-

Таблиця 1

Виведення індигокарміну печінкою і нирками у тварин різного віку після підшкірного введення фарби

Кличка тварин	Вік	Вага тіла (в *кг*)	Введено фарби (в *мг*)	Виведено індигокарміну (в *мг* за 5 годин)	
				з жовчю	з сечою
Рижка	5 років	10,5	5,0	3,25	0,86
Красотка	8 місяців	9,7	5,0	1,47	0,42
Красавчик	3 місяці	5,1	2,5	1,63	0,41
Малиш	1 місяць	1,0	0,5	0,38	0,10

дами І. П. Павлова і Л. А. Орбелі показали, що виведення індигокарміну проходить головним чином з жовчю (біля 75%) і лише невелика частина фарби виводиться з сечою (25%).

Дані таблиці 2 свідчать про те, що печінка тварин різного віку виводить індигокармін неоднаково інтенсивно. З віком організму (до 4 місяців життя) підсилюється здатність печінки виводити індигокармін, але в дорослому стані тварини цей процес дещо знижується. Як видно з тієї ж таблиці, у щенят до 18-денного віку за 5 годин досліду виводиться 0, 15 *мг* індигокарміну на 1 *кг* ваги тіла, у щенят 20—45-денних — 0,25 *мг* і у 2—4-місячних — 0,31 *мг*. У дорослих собак ця величина складає 0,23 *мг*. Незалежно від віку організму швидкість виведення індигокарміну з жовчю майже однакова. Максимальна кількість індигокарміну з жовчю виводиться в усіх тварин через 1,5 години після введення фарби. Іноді у дорослих собак спостерігається вторинне піднесення кількості фарби в жовчі через 3,5 години після початку досліду. Отже, вік організму не впливає на швидкість виведення індигокарміну з жовчю.

Ця закономірність екскреторної здатності печінки в постембріональний період життя організму узгоджується з нашими попередніми дослідженнями (І. А. Медяник, 1950, 1952, 1954), де було встановлено, що швидкість виведення продуктів знешкодження індолу (індикану) нирками також не залежить від віку тварини.

Оскільки секреція жовчі печінкою в щенят вища, ніж у дорослих собак (І. А. Медяник, 1948, 1950, 1952), можна

Таблиця 2

Виведення індигокарміну з жовчю після підшкірного його введення у тварин різного віку

Час досліду	Вміст індигокарміну в жовчі (в *мг*)			
	Вік тварин			
	до 18 днів	20—45 днів	2—4 місяці	дорослі собаки
До введення фарби	—	—	—	—
Після введення через:				
0,5 години	0,02	0,05	0,08	0,18
1,0 годину	0,02	0,05	0,08	0,25
1,5 години	0,03	0,13	0,16	0,38
2,0 „	0,01	0,10	0,10	0,20
2,5 „	0,01	0,06	0,10	0,20
3,0 „	0,01	0,07	0,09	0,32
3,5 „	0,01	0,06	0,08	0,29
4,0 „	0,02	0,06	0,09	0,24
4,5 „	0,01	0,03	0,08	0,16
5,0 „	0,01	0,03	0,06	0,09
Всього за 5 годин	0,15	0,63	0,92	2,31
Кількість індигокарміну (в *мг* на 1 *кг* ваги тіла за 5 годин)	0,15	0,25	0,31	0,23
Кількість тварин	3	3	3	2
Кількість дослідів	19	21	27	25

було б припускати, що більш висока екскреція індигокарміну з жовчю в щенят обумовлена особливостями секреторного процесу в ранньому віці організму. Результати дальших досліджень в цьому напрямку показали, що не існує залежності між секрецією жовчі і екскрецією індигокарміну у тварин різного віку (табл. 3, 4, 5, 6).

Таким чином, результати наших досліджень вказують на наявність вікових особливостей екскреторної функції печінки. Паралелізм між секрецію жовчі і екскрецією індигокарміну з жовчю у тварин різного віку відсутній.

Таблиця 3

Секреція жовчі і екскреція індигокарміну з жовчю у щеняти
Спокійний

(вік — 15 днів, вага 0,9 *кг*, самець. Дослід 9/VIII—1955 р.)

Час досліду	Кількість жовчі (в *мл* на 1 *кг* ваги тіла)	Кількість індигокарміну в жовчі (в *мг* на 1 *кг* ваги тіла)
До введення індигокарміну	0,5	—
Після введення індигокарміну через:		
0,5 години	0,6	0,02
1,0 годину	0,4	0,02
1,5 години	0,5	0,03
2,0 „	0,4	0,02
2,5 „	0,3	0,01
3,0 „	0,4	0,01
3,5 „	0,2	0,01
4,0 „	0,2	0,02
4,5 „	0,4	0,01
5,0 „	0,6	0,01

Таблиця 4

Секреція жовчі і екскреція індигокарміну з жовчю у щеняти
Чижик

(вік — 37 днів, вага тіла — 1,3 *кг*, самець. Дослід 11/VII—1955 р.)

Час досліду	Кількість жовчі (в *мл* на 1 *кг* ваги тіла)	Кількість індигокарміну в жовчі (в *мг* на 1 *кг* ваги тіла)
До введення індигокарміну	0,7	—
Після введення індигокарміну через:		
0,5 години	0,7	0,04
1,0 годину	0,7	0,05
1,5 години	0,5	0,06
2,0 „	0,5	0,10
2,5 „	0,4	0,06
3,0 „	0,7	0,07
3,5 „	0,7	0,06
4,0 „	0,4	0,05
4,5 „	0,5	0,04
5,0 „	0,5	0,04

Таблиця 5

Секреція жовчі і екскреція індигокарміну з жовчю у щеняти
Підхалім
(вік — 3 місяці, вага тіла — 3 *кг*, самець. Дослід 8/ VII—1955 р.)

Час досліду	Кількість жовчі (в *мл* на 1 *кг* ваги тіла)	Кількість індигокарміну в жовчі (в *мг* на 1 *кг* ваги тіла)
До введення індигокарміну	1,4	—
Після введення індигокарміну через:		
0,5 години	1,6	0,04
1,0 годину	1,1	0,04
1,5 години	1,1	0,08
2,0 „	1,5	0,04
2,5 „	1,6	0,04
3,0 „	1,0	0,03
3,5 „	0,9	0,04
4,0 „	1,1	0,03
4,5 „	1,2	0,03
5,0 „	1,0	0,03

Таблиця 6

Секреція жовчі і екскреція індигокарміну з жовчю в дорослої собаки
Лохматий
(вік — 5 років, вага тіла — 15 *кг*, самець. Дослід 5/ V—1955 р.)

Час досліду	Кількість жовчі (в *мл* на 1 *кг* ваги тіла)	Кількість індигокарміну в жовчі (в *мг* на 1 *кг* ваги тіла)
До введення індигокарміну	2,3	—
Після введення індигокарміну через:		
0,5 години	2,2	0,10
1,0 годину	2,2	0,12
1,5 години	1,6	0,15
2,0 „	0,7	0,11
2,5 „	1,0	0,11
3,0 „	0,6	0,15
3,5 „	1,0	0,13
4,0 „	1,3	0,11
4,5 „	1,1	0,07
5,0 „	1,4	0,05

Т. К. ПАВЛЕНКО

К ВОПРОСУ О ПРИЧИНЕ ЗАМЕДЛЕННОГО СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ ПРИ АНАФИЛАКТИЧЕСКОМ ШОКЕ

В 1904 г. Смит, а в 1905 г. Сахаров описали классический анафилактический шок у морской свинки. В 1909 г. Бидль и Краус, характеризуя шок у собак, отметили в числе его симптомов замедленную свертываемость крови. Одной из причин названного симптома они считали выделение в кровь антитромбина печенью. Это доказывалось следующим опытом. Через изолированную печень сенсибилизированного животного пропускалась смесь бычьей сыворотки (антигена) с кровью сенсибилизированного животного; при этом наблюдалось поступление антитромбина в оттекающую от печени кровь.

Высказывались и другие объяснения причин замедления свертывания крови. Так, Сыренский, Неклюдов и другие нашли уменьшение содержания фибриногена в крови при анафилактическом шоке. Такие же данные были получены в опытах Гостева, который обнаружил понижение содержания фибриногена и титра тромбина в шоковой крови, что и считал причиной замедленного ее свертывания.

Следует отметить, что понижение содержания фибриногена вдвое, как это показали опыты Гостева, по-видимому, не может заметно удлинить время свертывания, ибо установлен определенный оптимум содержания фибриногена (от 0,05 до 0,45%), при котором свертывание происходит одинаково быстро. Что касается понижения титра тромбина, то оно может быть вызвано рядом различных причин: уменьшением содержания протромбина, а также кальция или тромбокиназы, и, наконец, возможно, выделением в кровь веществ, препятствующих образованию тромбина.

О содержании кальция в крови при анафилактическом шоке существуют весьма противоречивые литературные данные. Аверьяновым было получено небольшое понижение содержания кальция в крови при шоке. Раушенбах же нашел увеличение содержания кальция в сыворотке шоковой крови. Следовательно, изменение содержания кальция не может являться единственной причиной замедленного свертывания крови при анафилактическом шоке.

Некоторые исследователи причину замедления свертывания крови видят в понижении титра комплемента и содержания протромбина. Найдено, что титр комплемента при анафилактическом шоке сильно понижается, однако понижение это, с одной стороны, непропорционально силе шока, с другой — наблюдается часто, но не всегда (Моесерова). Допуская,

однако, что падение титра комплемента является постоянным симптомом шока, трудно объяснить этим замедление свертывания крови, так как шоковая кровь стабилизирует нормальную. Если бы недоставало только комплемента, то он пополнился бы из нормальной крови и наступило бы свертывание. То же самое относится и к протромбину. Известно, что только небольшая часть протромбина расходуется при свертывании. Избыточная часть его могла быть использована для свертывания добавленной шоковой крови.

На основании того, что шоковая кровь способна стабилизировать нормальную, наиболее вероятно предположить, что в кровь выделяется вещество, препятствующее свертыванию. Органом, продуцирующим это вещество, одни исследователи считали печень (Бидль и Краус, Попельский), другие — мышцы (Фукс) и третьи — селезенку и легкие.

В своей работе мы попытались установить, что обусловливает медленное свертывание крови, взятой во время анафилактического шока. В большей части наших опытов кровь оставалась жидкой часами, а иногда и в течение суток. Если предположить, что в шоковой крови недостает ионов кальция, то добавление к крови раствора $CaCl_2$ должно было бы вызвать свертывание ее. Точно так же недостаток тромбокиназы можно восполнить добавлением экстракта из мозга и вызвать этим свертывание.

В первой серии опытов мы добавляли к жидкой шоковой крови (8 опытов) или к плазме шоковой крови (7 опытов) экстракт из мозга в качестве препарата тромбокиназы и 0,025 *М* раствор $CaCl_2$, чтобы определить их роль в замедлении свертывания. Результаты опытов приведены в таблице 1.

Во всех опытах, за исключением одного, были получены однотипные данные. Результаты их позволяют сделать вывод, что добавление к шоковой крови раствора $CaCl_2$ не вызывает ее свертывания, тогда как тромбокиназа свертывает жидкую шоковую кровь в течение нескольких секунд. Следовательно, кальцию не принадлежит первенствующая роль в замедлении свертывания крови при анафилактическом шоке. В ряде опытов раствор $CaCl_2$ ускорял свертывание шоковой крови под действием тромбокиназы. Это можно объяснить свойством кальция ускорять свертывание даже нормальной крови.

Исключение составляет один опыт, когда ни кальций, ни тромбокиназа, ни то и другое вместе не меняли свертываемости жидкой шоковой крови. В связи с этим интересно было проследить, как изменяется содержание других компонентов свертывания в шоковой крови, в частности содержание протромбина. Мы произвели 25 определений протромбина по методу Квика в модификации Кудряшова. По этой методике концентрация протромбина выражается так называемым протромбиновым

Таблица 1

Влияние кальция и тромбокиназы на жидкую шоковую кровь

№ опыта	Дата опыта	Жидкая, без стабилизатора, шоковая (в *мл*)		Экстракт из мозга—тромбокиназа (в *мл*)	0,025 *М* раствор $CaCl_2$ (в *мл*)	Результаты определений
		кровь	плазма			
1	4. III 1948 г.		0,5	0,5	—	Свертывание через 30 сек.
			0.5	—	0,5	Свертывания нет
			0,5	0,5	0,5	Свертывание через 6,5—7 сек.
2	1. II 1949 г.	1		1	—	Свертывание через 17—20 сек.
		1		—	1	Свертывания нет
		1		1	1	Свертывание через 19—20 сек.

временем, т. е. временем, которое проходит от момента добавления в систему раствора $CaCl_2$ до появления сгустка. Исследования показали, что далеко не во всех случаях выраженного шока замедленному свертыванию крови соответствует пониженное содержание протромбина. Так, из 25 наших опытов в 18 случаях выраженного шока содержание протромбина не изменилось (промтромбиновое время как до, так и во время шока колебалось в пределах 6,5—8,5 секунд). В других 7 опытах во время шока уровень протромбина в крови понизился; протромбиновое время возросло от 6,5—8,5 секунд до 12—43 секунд); в одном опыте для шоковой крови протромбиновое время определить не удалось, так как сгусток не образовывался.

Изложенное позволяет думать, что изменение содержания протромбина при анафилактическом шоке не определяет пониженной свертываемости крови. Эта мысль находит подтверждение в следующем. В ряде опытов, когда анафилактический шок сопровождался увеличением протромбинового времени, увеличение дозы экстракта из мозга в 2 или в 4 раза укорачивало протромбиновое время почти до нормальных цифр. Следовательно, удлинение протромбинового времени не являлось результатом недостатка протромбина.

Следующим этапом нашей работы было определение содержания фибриногена в нормальной и шоковой крови собак. По данным В. С. Ильина, в крови внезапно умерших людей,

а также при сильно выраженном гемотрансфузионном шоке появляется фермент фибриногеназа, растворяющий фибриноген и обусловливающий тем жидкое состояние крови. Возможность появления фибриногеназы в крови при анафилактическом шоке мы можем отвергнуть на основании первой серии опытов, когда жидкая шоковая кровь свертывалась под действием тромбокиназы и кальция. Следовательно, фибриноген в ней не исчез. Однако для окончательного решения вопроса мы провели несколько определений содержания фибриногена в крови собак до и во время анафилактического шока. Результаты исследований показаны в таблице 2.

Таблица 2

Содержание фибриногена в дошоковой и шоковой плазме (в%)

№ опыта	Дата опыта	Нормальная	Шоковая
1	23. II 1948 г.	0,26	0,5
2	1. III „	0,17	0,17
3	5. III „	0,36	0,28
4	16. III „	0,59	0,51
5	21. V „	0,29	0,25
6	23. VI „	0,3	0,29
7	2. VII „	0,33	0,25
8	13. VII „	0,24	0,24
9	18. VIII „	0,24	0,23

Приведенные в таблице 2 данные показывают, что понижение содержания фибриногена наблюдается приблизительно в половине случаев шока (в 5 опытах из 9), причем оно не столь значительно, чтобы им можно было объяснить медленное свертывание шоковой крови. По данным Велиша, только очень сильное разбавление растворов фибриногена (в 5—10 раз) может оказать влияние на скорость свертывания.

Основываясь на указании ряда исследователей о том, что печень, мышцы и другие органы во время шока выделяют в кровь антитромбин и гепарин, мы решили проверить, меняется ли содержание гепарина в шоковой крови. Для этого мы воспользовались методикой Чарльза и Скотта и определяли содержание этого антикоагулянта в шести порциях шоковой и в пяти — нормальной крови, т. е. каждое определение гепарина в шоковой крови сопровождалось определением его в нормальной.

Определения содержания гепарина, показанные в таблице 3, позволяют думать, что причиной пониженной способности крови к свертыванию является выделение в кровь антикоагулянта типа гепарина. В нормальной крови гепарина очень мало, так что препарат, полученный из нее путем обработки по методу

Чарльза и Скотта, будучи добавлен к крови кролика или собаки, слегка замедляет ее свертывание (на 3—5 минут). Такое же количество препарата антисвертывающего вещества, полученное из шоковой крови, стабилизирует нормальную кровь на несколько часов или даже на сутки.

Таблица 3

Содержание гепарина в нормальной и шоковой крови

№ опыта	Дата опыта	Содержание гепарина в 100 *мл* нормальной крови (в *мг*)	Время полного свертывания крови без гепарина в мин.	Свертывание 1 *мл* крови (в минутах), смешанной с гепарином			
				с 3 *мг*	с 5 *мг*	с 15 *мг*	с 20 *мг*
			Нормальная кровь				
1	25. III 1949 г.	40,5	5	10	13	—	—
2	28. IV „	40,6	3	Небольшое замедление свертывания		—	—
3	5. V „	145,0	3	—	—	6	5
4	24. V „	0,103	3	—	—	6	8
5	26. V „	0,05	3	—	—	4	4
			Шоковая кровь				
1	25. III „	50,4	5	45	50	—	—
2	2. IV „	134,1	5	Стабилизация на сутки от 1 *мг* гепарина		—	—
3	28. IV „	63,0	3	Небольшое замедление свертывания		—	—
4	5. V „	80,0	3	—	—	8	10
5	24. V „	0,24	3	—	—	Стабилизация на 24 часа	
6	26. V „	0,21	3	—	—	Стабилизация больше чем на 3 часа. Через 24 часа полное свертывание	

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы.

1. В большинстве случаев анафилактический шок у собак сопровождается выраженным замедлением свертывания крови.

2. Замедление свертывания шоковой крови не может быть объяснено пониженным содержанием в ней протромбина, так как понижение содержания протромбина наблюдается только в 25% случаев шока.

3. Нельзя, по-видимому, объяснять пониженную свертываемость шоковой крови уменьшением содержания в ней фибриногена, так как последнее наблюдается в половине случаев анафилактического шока. Кроме того, понижение содержания фибриногена не столь велико, чтобы обусловить медленное ее свертывание.

4. Тромбокиназа (экстракт из мозга), будучи добавлена к жидкой шоковой крови, вызывает ее свертывание в течение 6,5—30 секунд.

5. Раствор $CaCl_2$ ускоряет свертывание шоковой крови под действием тромбокиназы. Однако самостоятельно без экстракта из мозга кальций не свертывает кровь.

6. Определение содержания гепарина в нормальной и шоковой крови показало, что в последней оно значительно выше, чем в нормальной. Это позволяет думать, что причиной медленного свертывания шоковой крови является выделение в кровь противосвертывающего вещества типа гепарина. Тромбокиназа обладает способностью связывать (нейтрализовать) гепарин. Этим объясняется быстрое свертывание шоковой крови под действием экстракта из мозга.

Т. К. ПАВЛЕНКО, Е. Л. НЕЙГАУЗ, Е. А. ГОСТЕВА

ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ ПОЧЕК ПРИ ДЕЙСТВИИ ПИРАМИДОНА, ГЛЮКОЗЫ И ХЛОРИСТОГО НАТРИЯ НА СЛИЗИСТУЮ НОСОГЛОТКИ

Работы ряда советских ученых доказали влияние импульсов со слизистой оболочки носа на различные физиологические системы. Многочисленные клинические и экспериментальные наблюдения свидетельствуют, что определенные раздражения слизистой носа оказывают рефлекторное влияние на деятельность желудка и кишок, сердечно-сосудистой системы и т. д. В ряде случаев значительный эффект был получен при воздействии на рецепторы слизистой носа различными слабыми физическими или химическими раздражителями.

Что касается влияния раздражения рецепторов, заложенных в слизистой полости носа и носоглотки, на функцию почек, то в известной литературе мы не встретили подобных исследований.

Веществами, вызывающими раздражение рецепторов указанной области в наших опытах, являлись 4-проц. водный раствор пирамидона, 40-проц. раствор глюкозы и 20-проц. раствор хлористого натрия.

Работа выполнена на собаках с выведенными на кожу живота мочеточниками (метод Павлова—Цитовича). Показателями деятельности почек служили: общее количество мочи и количество ее за каждые 15 минут, содержание в моче хлористого натрия, белка, сахара, удельный вес, pH, органолептические показатели (цвет, прозрачность, наличие мути, осадка и т. д.).

Методика выполнения опытов следующая: животное помещалось в станок, подвешивалась колбочка для сбора мочи и в течение 1—2 часов устанавливался «фон» мочеотделения. Затем из шприца через тонкую эластическую резиновую трубочку, вставленную в одну из ноздрей на глубину 3—4 *см*, вводилось от 2 до 5—10 *мл* раствора (в зависимости от величины животного), содержащего испытуемый раздражитель. После введения мочеотделение регистрировалось в течение 1—2 часов.

Опытов с введением в полость носа пирамидона было поставлено 12. При исходном фоне диуреза, составлявшем 2—8 *мл* мочи за каждые 15 минут, введение пирамидона в полость носа сопровождалось уменьшением количества мочи и содержания хлористого натрия.

При большем исходном фоне диуреза (в 15-минутных порциях выделялось от 12 до 19 *мл* мочи) введение раствора пирамидона в полость носа оказывало то же действие, хотя выраженность изменений была значительнее.

Помимо указанных, никаких других изменений после нанесения на слизистую носа и носоглотки раствора пирамидона в функции почек не наблюдалось: белок и сахар не определялись, каких-либо закономерных сдвигов, касающихся величины удельного веса, а также органолептических показателей также установить не удалось.

Следует отметить, что после нанесения пирамидона в указанную область у собаки наблюдалось кратковременное беспокойство (кашель, чихание, слюнотечение), затем животное стояло в станке спокойно.

Можно предполагать, что часть интраназально введенного пирамидона, всосавшись как через слизистые, так и поступая в желудок и оттуда всасываясь в кровь, могла оказать свое действие. Однако, не исключая резорптивного влияния пирамидона, мы отмечаем, что эффект наступал очень быстро. Далее, если бы резорптивному действию пирамидона принадлежало ведущее или существенное значение, то можно было бы предполагать, что диурез впоследствии должен был сохраняться на пониженных цифрах, однако, как показывают опыты,

мочеотделение через 45—60 минут не только возвращалось к исходному уровню, но временами превышало таковой.

Следующим веществом, применяемым в качестве раздражителя рецепторов, заложенных в слизистых верхних дыхательных путей, нами был избран 40-проц. раствор глюкозы.

Из результатов 6 опытов видно, что после введения 40-проц. раствора глюкозы в полость носа наблюдалось снижение мочеотделения. Более значительно это было выражено в четырех опытах, менее — в двух.

Никаких закономерных сдвигов в отношении содержания в моче хлористого натрия, белка, сахара, а также органолептических показателей после нанесения на слизистую носоглотки раствора глюкозы не наблюдалось.

В тождественных условиях с предыдущими экспериментами нами было поставлено 7 опытов с введением в полость носа 20-проц. раствора хлористого натрия. Сразу же вслед за введением раствора мочеотделение снижалось, что длилось от 15 до 30 минут, затем мочеотделение постепенно возрастало, достигая исходного уровня, а иногда немного превосходя его.

Сразу же после нанесения гипертонического раствора хлористого натрия на слизистую верхних дыхательных путей (7 опытов) содержание хлористого натрия в моче несколько снижалось.

Снижение наблюдалось в течение 45—60 минут, затем сменялось повышением содержания хлоридов в моче.

Таким образом, как при введении раздражителей в сосудистое русло (Е. Л. Нейгауз, 1954), а также при раздражении кожи (А. Г. Гинецинский и Л. Г. Лейбсон, 1928; Н. А. Галицкая и Н. И. Михельсон, 1940), слизистой рта (О. Д. Жовноватая, 1951) и прямой кишки (Н. А. Мясоедова, 1948—1952; О. Д. Гаске, 1938), изменение работы почек наступало и при воздействии раздражителей на рефлексогенное поле верхних дыхательных путей. Причем это влияние на функцию почек в наибольшей мере сказывалось при нанесении 4-проц. раствора пирамидона, в меньшей мере — от 20-проц. раствора хлористого натрия и в еще меньшей степени — от 40-проц. раствора глюкозы.

Б. Ф. ДЕМКИВ

ВОЗРАСТНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЖИВОТНЫХ К КИСЛОРОДНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Вопрос о возрастной недостаточности в кислороде неоднократно обсуждался в печати, а также на ряде научных конференций, посвященных проблеме кислородного голодания

организма. По данным В. С. Вайля, Н. В. Лауэра, А. Г. Парфенова, Н. Н. Сиротинина, А. И. Черкеса и других, организм раннего возраста по сравнению со взрослым обладает исключительно высокой устойчивостью к аноксии самого различного происхождения. И. А. Аршавский и Л. А. Красновская пришли к противоположному выводу. Они показали, что щенята раннего возраста проявляют гораздо большую чувствительность и меньшую устойчивость к недостатку кислорода, чем взрослые животные.

Гипоксия в работах указанных авторов вызывалась различными способами. В наших опытах гипоксия у собак и щенков различного возраста развилась в результате двухсторонней перевязки общих сонных и позвоночных артерий. Е. Н. Космарская и А. З. Колчинская вызывали анемию мозга: первая — перевязкой, а вторая — зажатием обеих общих сонных и позвоночных артерий, т. е. почти так же, как и в наших опытах.

Е. Н. Космарская указывает, что щенки значительно хуже взрослых собак переносят перевязку четырех шейно-мозговых артерий. Л. А. Андреев, А. П. Любомудров также утверждают, что у щенков наступают более резкие явления анемии головного мозга. К совершенно противоположному выводу пришли Кэбет и Деннис, указывающие, что мозг молодых животных гораздо устойчивее к анемии, чем мозг взрослых собак.

На основании наших данных можно высказать предположение о наличии у щенков индивидуальных особенностей, влияющих на течение послеоперационного периода.

Нами исследовались гистологические препараты, приготовленные из коры полушарий головного мозга взрослых собак и щенков (всего 19 собак, из них 11 щенков в возрасте 2—8 месяцев). Исследование показало, что не все щенки (2) одинаково тяжело реагируют на упомянутое выше оперативное вмешательство, но большинство из них все же переносит перевязку указанных сосудов значительно хуже взрослых собак.

В данном случае мы не можем согласиться полностью с данными А. З. Колчинской, которая утверждает, что центральная нервная система молодых животных меньше страдает от гипоксии, чем взрослых. Следует предположить, что наряду с индивидуальными особенностями в развитии окольного кровообращения, которое имеет место после перевязки 4 артериальных магистралей шеи, большую роль играет и способ, каким вызывается гипоксия, так как ему принадлежит существенное значение в последующем течении послеоперационного периода.

Вместе с этим следует отметить, что у молодых животных по сравнению со взрослыми имеется несоответствие между

энергией нарастания массы головного мозга и артериальным притоком крови к этому органу при выключении 4 шейно-мозговых артериальных магистралей.

Растущий организм, в частности кора большого мозга, требует более усиленного кровоснабжения, и нарушение его в эксперименте с выключением шейно-мозговых артериальных магистралей вызывают более тяжелые последствия именно у щенков.

Л. М. ЧЕРКАЩЕНКО

ДІЯ ДЕЯКИХ ІОНІВ ТЯЖКИХ МЕТАЛІВ НА УМОВНІ ОБОРОННІ РЕФЛЕКСИ

Роботами ряду дослідників встановлено, що солі свинцю (Ю. Т. Фролов, Л. І. Котляревський, Н. К. Кулагіна та інші), марганцю (Макарченко) і інших металів впливають на діяльність нервової системи, в тому числі і на кору великих півкуль. При хронічному отруєнні цими металами в корі великих півкуль порушуються взаємовідносини між процесами збудження і гальмування.

В лабораторії Х. С. Коштоянца встановлено, що під впливом хлористого кадмію у жаби загальмовується спинномозковий руховий рефлекс (рефлекс Тюрка), який відновлюється після введення цистеїну. При цьому, на думку Х. С. Коштоянца, під впливом солей кадмію блокуються сульфгідрільні групи білкових тіл, які беруть активну участь в безумовнорефлекторній діяльності спинного мозку. Дослідами І. А. Медяника доведено, що SH—групи білка відіграють важливу роль у вихованні дотатніх і від'ємних умовних харчових рефлексів та в нервовій регуляції діяльності внутрішніх органів (печінки).

Перед нами було поставлене завдання вивчити дію іонів кадмію на умовні оборонні рефлекси та з'ясувати механізм цієї дії. Досліди проводились на двох собаках (Вовчок, Султан), у яких були виховані додатні умовні оборонні рефлекси на метроном ($М_{120}$) і свисток ($С_{1200}$) та диференціювання на $М_{60}$ і $С_{600}$.

Вироблення умовних оборонних рефлексів проводилось за методом В. П. Протопопова. Після запису вихідного рівня умовних оборонних рефлексів піддослідним тваринам вводилось через рот або підшкірно 1—2 *мл* 1-проц. розчину хлористого кадмію і продовжувалися дослідження умовнорефлекторної діяльності.

Результати дослідів показали, що хлористий кадмій збільшує час латентного періоду та понижує величини додатніх

умовних оборонних рефлексів. Така дія хлористого кадмію триває і в наступний день (явище післядії). Отже, під впливом іонів кадмію послаблюється процес збудження в корі головного мозку. Диференціювання, якщо воно було неповне і нестійке, після введення хлористого кадмію стає повним, абсолютним. Отже, іони кадмію ведуть до посилення диференційованого гальмування. Для з'ясування механізму цих змін нами була проведена серія дослідів, де блокуюча дія хлористого кадмію знімалась цистеїном (1—2 *мл* 2-проц. розчину).

Досліди показали, що введення цистеїну скорочує латентний період та відновлює початкову величину умовнорефлекторної реакції. Під впливом цистеїну настає розгальмовування диференціювання на M_{60}: воно знову буває неповне, нестійке. Таким чином, введення хлористого кадмію, ведучи до блокади SH—груп, послаблює процес збудження і підсилює процес в руховому аналізаторі. Введення цистеїну, що веде до підвищення активності SH—груп, сприяє послабленню процесу гальмування і посиленню умовнорефлекторного збудження. Отже, вироблення додатніх умовних оборонних рефлексів і диференціювань тісно пов'язане зі станом активності сульфгідрильних груп білкових тіл.

К. П. МАЛЬЧЕВСКАЯ

О ПИТАНИИ И ПИЩЕВЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ РЫБ ОЗЕРА БОЛЬШОЕ ДОМАШНЕЕ ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ

В задачу исследования ихтиофауны озера Большое Домашнее входило изучение питания и выяснение пищевых взаимоотношений у рыб, преимущественно бентофагов.

Сбор материала по питанию леща, ерша, густеры, плотвы и окуня производился в июле—августе 1953—1954 гг.

Основанием для установления пищевых спектров служило качественное определение содержимого кишечных трактов рыб с учетом степени обилия в них пищи.

Пищевые взаимоотношения между указанными видами рыб озера Большое Домашнее характеризует нижеприведенная таблица, составленная по результатам анализа состава пищи 266 кишечных трактов рыб.

Пищевые спектры приведенных в таблице видов рыб позволяют до известной степени судить о значении для питания рыб фауны и флоры донной и литоральной областей озера.

Сопоставление приведенных данных по питанию рыб показывает, что основными компонентами пищи леща размером 14—35 *см*, ерша (8—13 *см*) и густеры (11—19 *см*) являлись

различные виды личинок *Tendipedidae*. Значительно меньшую роль в пищевом рационе этих рыб играли личинки из других систематических групп насекомых и детрит.

Таблица

Пищевые спектры различных видов рыб озера Большое Домашнее

Виды рыб и длина их (в *см*) / Компоненты пищи	Лещ	Ерш	Густера	Плотва		Окунь	
	14—35	8—13	11—19	10—16	17—20	10—12	13—16
Tendipedidae larvae	≠	≠	≠	≠	+	≠	≠
Ephemeroptera larvae	+	+	+	+	+	+	+
Trichoptera larvae	+	+	+	≠	+	+	≠
Odonata larvae	∅	—	∅	∅	+	∅	+
Прочие *insecta larvae*	≠	+	≠	+	+	≠	≠
Insecta imago	—	—	—	+	—	—	—
Зоопланктон	∅	+	+	≠	—	≠	—
Gammarus	—	∅	—	+	—	+	∅
Corixa	∅	—	—	—	∅	—	—
Mollusca	+	+	+	≠	≠	∅	∅
Oligochaeta	+	+	—	—	—	—	—
Hirudinea	—	—	∅	—	∅	—	∅
Asellus	∅	+	—	—	—	—	+
Икра беспозвоночных животных	—	—	—	+	—	—	—
Pisces	—	—	—	—	—	∅	≠
Остатки высших растений	∅	—	+	≠	+	+	+
Водоросли	∅	∅	+	≠	+	—	—
Детрит	≠	≠	≠	+	+	—	—

Условные обозначения степени наполнения кишечных трактов: много ≠; средне ≠; мало +; единично ∅.

Зоопланктон, моллюски, растительная пища и другие виды корма обнаружены в небольших количествах или единично.

Высокая степень совпадения пищевых спектров основных бентофагов озера — леща, ерша и реже встречающейся в этом озере густеры — ярко свидетельствует о наличии между ними острой конкуренции в питании.

Качественный состав пищи плотвы размером 10—16 *см* довольно разнообразен. В просмотренных нами кишечниках

плотвы указанных размеров встречались планктонные ракообразные (в подавляющем большинстве случаев *Cladocera*), из бентоса — личинки *Tendipedidae* и *Trichoptera*, а также *Mollusca*. Такую же роль в питании плотвы играла и пища растительного происхождения (*Elodea, Myriophyllum, Potamogeton, Chara* и др.). Таким образом, в пище плотвы размером 10—16 *см* существенное значение, наряду с другими компонентами питания, имели личинки *Tendipedidae*, вследствие чего плотва озера Большое Домашнее в известной мере выступает как конкурент леща по питанию.

Доминирующую роль в пищевом рационе плотвы, достигшей размера 17—20 *см*, играли моллюски, представленные почти исключительно родом *Valvata*. Значительно меньше использовались плотвой размером 17—20 *см* личинки насекомых и остатки растений.

В питании окуня размером 10—12 *см* заметную роль играл зоопланктон и личинки насекомых (*Tendipedidae, Culicoides* и др.).

Среди компонентов питания окуней размером 13—16 *см* возрастает роль молоди рыб, однако значительную часть пищи составляли также личинки насекомых, среди которых видное место занимали личинки *Tendipedidae*. Это свидетельствует о том, что окунь, как и плотва, в известной степени обедняет кормовую базу леща озера Большое Домашнее.

На основании наших работ по изучению питания рыб можно рекомендовать следующие мероприятия по увеличению запасов леща в озере Большое Домашнее.

1. Систематически проводить очистку озера от жизнестойких сорных видов рыб — ерша, густеры, окуня и плотвы путем:

а) организации отлова сорных рыб в течение круглого года с усилением вылова половозрелых особей в период их нерестовых концентраций;

б) интенсификации отлова ерша при помощи специальных орудий лова — ершевиков;

в) устройства искусственных нерестилищ с целью последующего уничтожения отложенной на них икры сорных рыб;

г) запрета вылова молоди и нерестующих особей щуки, являющейся эффективным биологическим фактором в борьбе с сорными рыбами.

2. Произвести отлов старших возрастных групп рыб путем облова всех глубин озера крупноячейными неводами.

3. Запретить вылов младших возрастных групп леща и обеспечить охрану производителей во время нереста. Ввести в практику ведения рыбного хозяйства применение искусственных нерестилищ, так как естественная нерестовая площадь леща на озере Большое Домашнее является весьма ограниченной.

К. П. МАЛЬЧЕВСКАЯ

О ПЛОДОВИТОСТИ И ХАРАКТЕРЕ РАЗМНОЖЕНИЯ ЕРША ИЗ ОЗЕР ЗАПАДНОУКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Исходя из того, что интенсивность размножения рыб в значительной степени определяется плодовитостью вида применительно к конкретным условиям водоемов, мы поставили задачу исследовать плодовитость ерша — одной из наиболее широко распространенных сорных рыб Полесских озер.

Материал, положенный в основу настоящей работы, был собран на озерах Тур и Большое Домашнее, Волынской области, в преднерестовые и нерестовые периоды ерша 1954—1955 гг.

Всего было исследовано 138 проб икры, взятой у ершей размером 57—126 *мм*, относящихся к возрастным группам 2—4 лет.

Определение плодовитости ерша производилось методом подсчета икринок в пробе икры навеской 1 *г* с последующим перечислением на вес икры, содержащейся в обоих яичниках рыбы. В тех случаях, когда вес гонад был незначителен, икра яичников просчитывалась полностью.

Результаты обработки 76 проб икры ерша, взятых из промысловых уловов на озерах Тур (3—4. IV 1954 г.) и Большое Домашнее (26—27. III 1957 г.), приведены в виде средних величин в таблице 1.

Таблица 1

Размер ершей (в *мм*)	60 — 70	70 — 80	80 — 90	90 — 100	100 — 110	110 — 120	120 — 130
Абсолютная плодовитость	2536	3612	4581	7052	9189	13996	22882
Количество рыб	2	8	11	17	19	15	4

Как видно из таблицы 1, плодовитость ерша озер западноукраинского Полесья лежит в границах 2536—22882 икринок. Приведенные цифры не являются пределом плодовитости ерша, но уже из этих данных можно сделать заключение о значительном размахе колебания плодовитости ерша исследованных озер. Минимальная плодовитость наблюдалась у ерша размером 61 *мм* и составляла 1344 икринки, максимальное количество икры — 23960 икринок — обнаружено у ерша размером 123 *мм*.

По материалам П. Ф. Домрачева и И. Ф. Правдина (1926), плодовитость ершей из озера Ильмень длиной 85—100 *мм*

составляла 3965—5598 икринок. Немногочисленные материалы по плодовитости ерша, приведенные этими авторами, близки к нашим цифрам.

Плодовитость ерша полесских озер Западной Украины ниже плодовитости ерша из дельты Днепра. Превосходя по размерам ерша из озер Тур и Большое Домашнее, днепровские ерши длиной 165—187 *мм* (абс. дл. тела) содержали в яичниках 29050 — 104100 икринок (Н. И. Сыроватская, 1927).

Анализ состояния гонад 62 ершей, произведенный нами на тех же озерах 20—26. V 1955 г., показал, что процесс икрометания у ершей все еще продолжался.

Результаты подсчета икринок в яичниках ершей сведены в виде средних величин для каждой размерной группы в таблицу 2.

Таблица 2

Длина ершей (в *мм*)	50 — 60	60 — 70	70 — 80	80 — 90	90 — 100	100 — 110	110 — 120
Количество икры в яичн.	380	854	1522	2030	2743	3600	3294
Количество рыб	2	4	12	16	20	7	1

Приведенные цифровые данные показывают, что у ершей в пределах размерных групп 50—120 *мм* находилось в яичниках от 380 до 3294 икринок. Минимальное количество икринок (140) обнаружено у ерша размером 57 *мм*, максимальное (3888) у ерша длиной 106 *мм*.

При просмотре гонад ерша выявилась существенная особенность, отмеченная П. А. Дрягиным (1939) для ершей озера Ильмень, — наличие в яичниках икры разного диаметра.

В результате проведенного нами анализа яичников ерша выяснено, что ерш из озер западноукраинского Полесья имеет растянутый период икрометания и является порционно нерестящейся рыбой, без резко выраженных границ между последовательными порциями икры.

Судя по состоянию гонад, нерестовый период ерша в 1954 г. охватывал вторую половину апреля и первую половину мая. В 1955 г. икрометание происходило с середины апреля до конца мая. 2 июня 1955 г. в озере Большое Домашнее встречались уже полностью отнерестившиеся особи ерша.

Температура воды в период нереста ерша на озерах Тур и Большое Домашнее в 1954—1955 гг. колебалась в пределах 3—16°С.

Известно, что самым важным фактором, обусловливающим продолжительность нерестового периода, является температура воды. Календарные сроки начала нереста в оба года наблю-

дений совпали, но в 1955 г. вследствие холодной и затянувшейся весны, определившей устойчивую низкую температуру воды в озерах, период икрометания у ерша продолжался до первых чисел июня, тогда как при более благоприятных температурных условиях весны 1954 г. нерест ерша окончился уже в середине мая.

Способ размножения и раннее наступление половой зрелости у ерша при наличии во многих озерах западноукраинского Полесья благоприятных для его развития природных условий всемерно способствуют увеличению численности его потомства, о чем свидетельствуют большие запасы как половозрелых особей, так и молоди ерша в промысловых уловах.

Ерша следует отнести к самым нежелательным компонентам в составе ихтиофауны исследованных озер, поскольку ерш является прямым конкурентом по питанию ценной промысловой рыбы — леща, сам же не представляет никакого интереса как пищевой продукт.

К числу неотложных мероприятий по всемерному уничтожению ерша в озерах необходимо отнести следующие:

1. Ввести в практику рыбохозяйственной эксплуатации озер специальные орудия лова для ерша — ершевики, наиболее эффективные в борьбе с ним.

2. Производить отлов ерша круглогодично, особенно интенсифицируя лов в нерестовый период ерша — во второй половине апреля и мае.

К. П. МАЛЬЧЕВСКАЯ

К ВОПРОСУ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА РЫБ ОЗЕРА ПЕСОЧНОЕ

Изучение ихтиофауны озера Песочное, расположенного в Заболотьевском районе, Волынской области, было связано с необходимостью найти способы рационального ведения рыбного хозяйства, которые привели бы к увеличению рыбных запасов в этом водоеме.

В постановке этой проблемы мы исходили из возможности более полного использования рыбами кормовых ресурсов озера. Получение более ценной рыбной продукции может быть достигнуто путем введения в состав ихтиофауны рыб, эффективно использующих его кормовые запасы.

Как показали наши исследования, проведенные летом 1953—1955 гг., видовой и возрастной состав рыб в уловах на озере Песочное является весьма неудовлетворительным. В уловах преобладают медленно растущие виды и молодь рыб. Анализ видового состава средних проб промысловых уловов показал, что в уловах рыболовецкой бригады колхоза им. Ста-

лина прилов молоди леща в возрасте 2+ лет составлял 20—36% общего вылова рыбы.

На основании определения возраста и обработки данных по линейным размерам и весу 1,597 экземпляров рыб нами установлен темп линейного и весового роста основных промысловых видов рыб озера Песочное (таблица 1).

Таблица 1

Средние линейные размеры и вес промысловых рыб озера Песочное

Виды рыб \ Возрастные группы	Длина (в *мм*)						Вес (в *г*)					
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	1+	2+	3+	4+	5+	6+
Лещ	—	146	172	210	259	318	—	48,8	126,0	298,8	579,3	841,6
Плотва	—	119	162	176	198	221	—	31,5	65,4	94,8	142,9	210,8
Красноперка	—	115	140	169	186	198	—	29,0	47,6	81,5	121,0	174,3
Густера	—	87	122	134	153	189	—	19,2	32,1	54,7	89,3	129,6
Уклея	—	98	118	129	142	156	—	11,9	18,4	22,5	32,6	40,8
Карась	—	113	135	173	202	—	—	54,2	141,1	236,8	341,3	—
Линь	—	163	218	252	289	323	—	110,5	243,4	388,1	609,3	921,2
Щука	226	345	428	539	—	—	130,0	386,2	780,9	1309,6	—	—
Ерш	75	90	104	114	—	—	6,5	12,2	19,5	26,5	—	—
Окунь	98	120	162	196	240	292	15,7	31,5	78,0	131,0	272,3	342,4

К наиболее ценным в рыбохозяйственном отношении видам рыб озера Песочное относятся линь, лещ и щука.

Из таблицы видно, что щука, являясь самой быстрорастущей рыбой озера, в возрасте 4+ лет достигает веса 1309,6 *г*. Возрастная группа линя 3+лет имеет средний вес 243,4 *г*, 6+лет — 921,2 *г*. Средний вес леща в возрасте 6+ лет составляет 841,6 *г*. Однако удельный вес этих рыб в промысле на озере Песочное невелик.

Как показали результаты работы комплексной экспедиции биологического факультета Львовского университета и Киевского научно-исследовательского института озерно-речного и прудового рыбного хозяйства МРП УССР с целью рыбохозяйственного обследования озер западноукраинского Полесья в 1953 г., озеро Песочное по своим гидрологическим особенностям, гидрохимическому режиму, составу и количеству зоопланктона вполне пригодно для обитания ценных видов рыб.

Мы считаем, что объектом для акклиматизации в озере Песочное может служить очень ценный в рыбохозяйственном отношении рипус, успешно акклиматизированный в некоторых озерах Зауралья, Белоруссии, в озере Валдайском, Новгородской области, и в других водоемах. Киевским научно-исследовательским институтом озерно-речного и прудового рыбного хозяйства с успехом проводятся работы по вселению рипуса в озера Шацкой группы украинского Полесья.

Озеро Песочное как биологическая среда обитания является исключительно благоприятным водоемом для существования в нем рыб — планктофагов.

Разнообразный по своему составу планктон отличается хорошими кормовыми достоинствами. Степень кормности озера Песочное по планктону очень высокая и составляет 11,1 $г/м^3$ (П. Д. Резвой, 1954).

До настоящего времени планктофагом озера Песочное является не представляющая интереса с рыбохозяйственной точки зрения малоценная рыба уклея.

Высокий темп роста и раннее половое созревание рипуса делают его исключительно благодарным материалом для акклиматизационных целей. Акклиматизация рипуса обеспечит полноценное использование богатых и высококачественных кормовых ресурсов озера Песочное.

Учитывая имеющиеся в озере Песочное большие запасы малоценной рыбы и наличие пищевой конкуренции между лещом, ершом и густерой, создающей неблагоприятные условия для роста леща, мы считаем также целесообразным акклиматизацию в этом озере судака.

Акклиматизация судака в озере Песочное предусматривает изменение состава ихтиофауны в сторону максимального сокращения численности малоценных и тугорослых рыб озера, громадные запасы которых составят основу кормовой базы судака. Вселение в озеро судака обеспечит успех биологической борьбы судака с сорными бентофагами, конкурирующими в питании с лещом, что создаст условия для процветания леща — ценной бентосоядной рыбы озера Песочное.

Акклиматизация в озере Песочное новых видов рыб — рипуса и судака — позволит не только получить ежегодно дополнительную рыбную продукцию, но также значительно улучшить ее качество и расширить ассортимент этой продукции.

В целях сохранения имеющихся рыбных запасов Госрыбинспекции Волынской области необходимо строже проводить в жизнь существующие правила рыболовства и не допускать вылова рыболовецкими бригадами молоди леща, что ведет к подрыву промысла на озере Песочное.

М. О. ПАЛІЙ

ПАРАЗИТОФАУНА ПРОМИСЛОВИХ ВИДІВ РИБ ЗАХІДНОГО БУГУ В РАЙОНІ м. СОКАЛЬ

(попереднє повідомлення)

Іхтіопаразитологічним дослідженням річок Закарпаття і верхів'я Дністра займались В. О. Захваткін і О. П. Кулаківська (1951, 1955), а літературні дані про паразитів риб р. Західний Буг нам невідомі.

Тому-то ми в червні 1955 р. проводили обслідування риб цієї річки. В експедиції брали участь старший лаборант О. Г. Микитін і лаборант О. Г. Палій.

Для дослідження бралась жива риба, яка виловлювалася того ж дня в районі м. Сокаль (Львівська область). Було обслідувано 8 видів риб: 15 щук, 15 окунів, 19 пліток, 16 краснопірок, 15 линів, 15 лящів, 14 густер і 15 карасів.

При дослідженні застосовувався метод повних паразитологічних розтинів з кількісним обліком паразитів.

В результаті іхтіопаразитологічного аналізу 124 екземплярів риб було виявлено біля 50 видів паразитів, які належать до 10 груп. По групах вони розподіляються так: джгутиконосці — 1, слизисті споровики — 9, інфузорії — 2, моногенетичні сисуни — 10, дигенетичні сисуни — 8, стьожкові черв'яки — 3, круглі черв'яки — 6, скреблянки — 2, п'явки — 1 і паразитичні рачки — 4 види.

Найбільше видів паразитів припадає на моногенетичних сисунів (Monogenoidea — 10), причому густера стоїть на першому місці по екстенсивності зараження *Dactylogyrus sphyrna* (92,8%). Після густери за кількістю заражених риб можна поставити красноперку (*D. difformis* — 87,5% зараження) і потім ляща (13,3%). *D. cornu.*

За кількістю видів паразитів друге місце після моногенетичних сисунів займають слизисті споровики. Їх було знайдено 9 видів. Процент зараження риб цими паразитами невеликий. Найбільше було заражено слизистими споровиками линів (46,6%) і карасів (33,3%); в інших видів риб ці паразити були знайдені на одній-двох особинах, а лящ і густера їх зовсім не мали (табл. 1).

Нам думається, що відносно великий процент зараження споровиками лина і карася можна пояснити тим, що ці риби ведуть, як відомо, придонний спосіб життя, де вони піддаються швидкому і більшому зараженню, ніж інші види риб. Характерно, що в карася було інвазійовано *Myxobolus carassii* багато органів: зябра, кишечник, порожнина тіла, печінка, селезінка і навіть око. В оці одного лина теж зустрівся *Myxobolus* sp. Слід сказати, що спори цього паразита дуже подібні до спор *M. ellipsoides,* але полярні капсули в них трохи більші, ніж в останнього. Скоріше всього, це теж *M. ellipsoides.*

Таблиця 1

Процент зараження риб Західного Бугу в районі м. Сокаль

№ п. п.	Назва паразитів	Орган	Хазяїн							
			щука	окунь	плітка	красно-перка	лин	лящ	густера	карась
	MASTIGOPHORA									
1	*Trypanosoma* sp.	кров	6,6	—	—	—	—	—	—	—
	MYXOSPORIDIA									
2	*Sphaerospora carassii* Kudo	зябра	—	—	5,2	—	—	—	—	—
3	*Myxosoma dujardini* Thelohan	„	6,6	—	—	—	—	—	—	—
4	*Thelohanellus piriformis* (Theloh.)	„	—	—	—	—	13,3	—	—	—
5	*Henneguya psorospermica* (Theloh.)	„	—	6,6	—	—	—	—	—	—
6	*Myxobolus bramae* Reuss	„	—	—	—	—	—	—	—	6,6
7	*Myxobolus carassii* Klokaceva	З.,киш., печ., сел., очі	—	13,3	—	—	—	—	—	33,3
8	*Myxobolus dispar* Thelohan	зябра	—	—	10,5	—	—	—	—	—
9	*Myxobolus ellipsoides* Theloh.	„	—	—	—	—	4,6	—	—	—
10	*Myxobolus* sp.	очі	—	—	5,2	—	6,6	—	—	—

	INFUSORIA									
11	*Trichodina domerguei* Waller	зябра	—	—	—	—	13,3	—	—	—
12	*Trichodina* sp.	»	6,6	6,6	—	—	—	—	—	—
	MONOGENOIDEA									
13	*Dactylogyrus sphyrna* Linstow	зябра	—	—	—	—	—	73,3	92,8	—
14	*Dactylogyrus cornu* Linstow	»	—	—	—	—	—	13,3	—	—
15	*Dactylogyrus macracanthus* Weg.	»	—	—	—	—	73,3	—	—	—
16	*Dactylogyrus difformis* Wag.	»	—	—	—	87,5	—	—	—	—
17	*Dactylogyrus crassus* Kulw.	»	—	—	—	—	—	—	—	13,3
18	*Dactylogyrus intermedius* Weg.	»	—	—	—	—	—	—	—	60
19	*Dactylogyrus ancheratus* (Duj.)	»	—	—	—	—	—	—	—	4,66
20	*Dactylogyrus crucifer* Wagen.	»	—	—	73,6	—	—	—	—	—
21	*Tetraonchus monenteron* (Wagener)	»	60	—	—	—	—	—	—	—
22	*Diplozoon paradoxum* Nordmann	»	—	—	31	6,6	—	40	71,4	—
	DIGENOIDEA									
23	*Diplostomulum spathaceum* (Rudol.)	очі	—	40	5,2	—	—	—	—	—

Продовження табл. 1

№ п. п.	Назва паразитів	Орган	Хазяїн риби							
			щука	окунь	плітка	красно-перка	лин	лящ	густера	ка-рась
24	*Diplostomulum clavatum* (Nordmann)	очі	—	26,6	—	—	—	—	—	—
25	*Tetracotyle* sp.	печ., серце очі	—	—	—	—	6,6	—	—	6.6
26	*Asymphylodora tincae* (Modeer)	кишечн.	—	—	—	—	86,6	—	—	—
27	*Asymphylodora markewitschi* Kulak.	»	—	—	—	37,5	—	—	—	—
28	*Allocreadium* sp.	»	—	—	5,2	—	—	—	21,4	53,3
29	*Bunodera luciopercae* (Müller)	»	60	—	—	—	—	—	—	—
30	*Azygia lucii* (Müller)	»	60	—	—	—	—	—	—	—
	CESTODES									
31	*Caryophyllaeus laticeps* (Pallas)	кишечн.	—	—	10,5	—	—	—	42,8	—
32	*Caryphyllaeides fennica* (Schneider)	»	—	—	—	—	—	66,6	—	26,6
33	*Triaenophorus nodulosus* (Pallas)	»	4	—	—	—	—	—	—	—
34	*Triaenophorus nodulosus* (Pallas)	печінка	3	6,6	—	—	—	—	—	—

	NEMATODES									
35	*Camallanus lacustris* (Zoega)	кишечн.	—	13,3	—	—	—	—	—	—
36	*Goezia* sp.	»	13,3	—	—	—	—	—	—	—
37	*Filaria obturans* Prenant	кр. с., з. дуг. і киш.	6,6 6,6 } 3,3	—	—	—	—	—	—	—
38	*Capillaria* sp.	кишечн.	—	—	—	12,5	—	—	—	—
39	*Philometra* sp.	печінка	—	—	—	6,6	—	—	—	—
40	*Nematodes* (личинки)	очі	13,3	13,3	—	—	—	—	—	—
	ACANTHOCEPHALA									
41	*Acanthocephalus anguillae* (Müller)	кишечн.	—	—	42,1	31,2	86,6	33,3	28,5	66,6
42	*Acanthocephalus lucii* (Müller)	»	20	93,3	—	—	—	—	—	—
	HIRUDINEA									
43	*Piscicola geometra* Linne	шкіра	6,6	—	5,2	6,6	—	13,3	71	—
	CRUSTACCA (Capepoda parasitica)									
44	*Ergasilus sieboldi* Nordmann	зябра	46,6	—	—	—	13,2	—	—	—
45	*Ergasilus briani* Markewitsch	»	—	—	5,2	6,6	—	—	—	—
46	*Lamproglena pulchella* Nordmann	»	—	—	5,2	—	—	—	—	—
47	*Argulus foliaceus* (Linne)	шкіра	—	—	—	—	6,6	—	—	—

У склад дигенетичних сисунів входить 8 видів. Паразитами цієї групи виявилися найбільше зараженими також лин і карась і зовсім незаражені — лящі.

В кишечнику 86,6% линів були *Asymphylodora tincae* і на 53,3% карасі були заражені *Allocreadium* sp.

З групи круглих черв'яків було виявлено 6 видів. Ними були заражені лише щука, окунь і красноперка, причому зараження було незначне (1—2 риби). В одної щуки було виявлено в кровоносній судині зябрової дуги і порожнині тіла *Filaria obturans*.

Після знайдення цієї нематоди в 1933 р. Горбуновою в кровоносній судині зябрової дуги щуки нам вона також не раз зустрічалася, а в порожнині тіла цієї риби зустрілася вперше.

З групи скреблянок зустрінуто лише два види. Даною групою були заражені всі види риб. *Acanthocephalus lucii* знайдено в кишечнику 14 окунів, що становить 93,3%, а щука ним заражена на 20%.

Всі останні види риб з родини коропових мали *A. anguillae*, і найбільший процент зараження припадає на лина (86,6%).

З паразитичних рачків, яких було виявлено чотири види, найбільший процент зараження припадає на щуку (46,6%).

В основному можна сказати, що екстенсивність зараження риб даної річки, порівнюючи зі ставками західних областей України, невелика.

ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗАРАЖЕННЯ ОКРЕМИХ ВИДІВ РИБ

Щука (*Esox lucius* L.).

Аналізуючи таблицю зараження щуки (табл. 2), ми бачимо, що в неї знайдено 13 видів паразитів, і деякі з них хвороботворні (*Triaenophorus nodulosus*, *Acanthocephalus lucii*, *Filaria obturans*).

В кишечнику щуки було зустрінуто відносно велике число *Bunodera lucioperca*, на одну рибу їх в середньому припадало 23,4 екземпляра. *Tetraonchus monenteron* на зябрах щуки було від 1 до 98, а середнє число їх на одну рибу — 19,2 екземплярів. Інших видів паразитів було мало.

Плітка (*Rutilus rutilus* L.)

Друге місце за кількістю видів паразитів займає плітка, в якій виявлено 12 видів паразитів. Інтенсивність зараження ними незначна. Лише на зябрах окремих риб знайдено *Dactylogyrus crucifer*. Максимальне число досягало 406 екземплярів, а середнє їх число на рибі було 10 (табл. 3).

Лин (*Tinca tinca* L.)

На третьому місці за числом видів паразитів можна поставити лина, в якого їх виявлено 11 видів (табл. 4). Щодо інтенсивності зараження, досить багато було знайдено *Asymphylodora tincae* в кишечнику риб. Найбільше число їх було 1350 екземплярів, а середня кількість в одній рибі дорівнювала 268,2. В двох риб на зябрах були зустрінуті цисти слизистого споровика *Thelohanellus piriformis*; в одній з особин їх було 17 штук, а в другій — 140.

Окунь (*Perca fluviatilis* L.) і **карась** (*Carassius carassius* L.)

Окунь і карась мають по 10 видів паразитів (табл. 5, 6). В кишечнику окуня траплялось досить багато (середнє число 23,5, а максимальне — 119) *Acanthocephalus lucii,* який є патогенним для риб.

В карасів було зустрінуто найбільше паразитів з групи *Monogenoidea.*

Красноперка (*Scardinius erythrophthalmus* L.)

В красноперки, як показує таблиця (7), було виявлено 8 видів паразитів. *Dactylogyrus difformis* займає перше місце за інтенсивністю зараження (103,7 в середньому на одну рибу), на другому місці стоїть *Asymphylodora markewitschi* (середнє число 66,8).

Густера (*Blicca bjoerkna* L.) і **лящ** (*Abramis brama* L.)

В густери і ляща знайдено найменше видів паразитів (по 6). В густери зустрінуто моногенетичного зябрового сисуна *Dactylogyrus sphyrna,* в середньому на одній рибі 24,6 екземплярів; останніх видів була незначна кількість (табл. 8, 9).

Лящ займає останнє місце не лише за кількістю видів паразитів, але й за інтенсивністю їх інвазії (табл. 8). В нього найбільша інтенсивність зараження припадає на того ж моногенетичного сисуна (*D. sphyrna*), що й в густери, але тут в середньому припадає на рибу лише 7 екземплярів. Така невелика кількість паразитів не може наносити рибі серйозного пошкодження.

ВИСНОВКИ

В результаті методу повного паразитологічного аналізу 124 екземплярів риб, які відносяться до 8 видів, було виявлено 46 видів паразитів.

Таблиця 2

Зараження щуки

№№ п. п.	Назва паразитів	Орган	Кільк. зараж. риб	Кількість паразитів (інтенсивність зараження)		
				мін.	макс.	середн.
1	*Trypanosoma* sp.	кров	1	1	1	1
2	*Myxosoma dujardini*	зябра	1	37	37	37
3	*Trichodina* sp.	»	1	1—2	1—2	1—2
4	*Tetraonchus monenteron*	»	9	1	92	19,2
5	*Bunodera luciopercae*	кишечн.	9	1	95	23,4
6	*Azygia lucii*	»	9	1	7	32
7	*Triaenophorus nodulosus*	кишечн, печінка	4 3	1 1	8 9	4,2 4,6
8	*Nematodes (личинки)*	очі	2	1	2	1,5
9	*Goezia* sp.	кишечн.	2	1	2	1,5
		зябра	1	1	1	1
10	*Filaria obturans*	пор. тіла	1	1	1	1
11	*Acanthocephalus lucii*	кишечн.	3	1	5	2,6
12	*Piscicola geometra*	шкіра	1	1	1	1
13	*Ergasilus sieboldi*	зябра	7	1	3	1,3

Таблиця 3

Зараження плітки

№№ п. п.	Назва паразитів	Орган	Кільк. зараж. риб	Кількість паразитів (інтенсивність зараження)		
				мін.	макс.	середн.
1	*Sphaerospora carassii*	зябра	1	30	30	30
2	*Myxobolus dispar*	»	2	4	7	5,5
3	*Myxobolus* sp.	очі	1	1	1	1
4	*Dactylogyrus crucifer*	зябра	14	2	406	10,1
5	*Allocreadium* sp.	кишечн.	1	1	1	1
6	*Diplostomulum spathaceum*	очі	1	1	1	1
7	*Diplozoon paradoxum*	зябра	6	1	2	1,5
8	*Caryophyllaeus laticeps*	кишечн.	2	1	1	1
9	*Acanthocephalus anguillae*	»	8	1	10	1,3
10	*Piscicola geometra*	шкіра	1	1	1	1
11	*Ergasilus briani*	зябра	1	1	1	1
12	*Lamproglena pulchella*	»	1	1	1	1

Таблиця 4

Зараження лина

№№ п. п.	Назва паразитів	Орган	Кільк. зараж. риб	Кількість паразитів (інтенсивність зараження)		
				мін.	макс.	середн.
1	*Myxobolus* sp.	очі	1	1	1	1
2	*Myxobolus ellipsoides*	зябра	7	1	144	35
3	*Thelohanellus piriformis*	„	2	17	140	78,5
4	*Trichodina domerguei*	„	2	1—2	1—2	1—2
5	*Dactylogyrus macracanthus*	„	11	1	27	13
6	*Asymphylodora tincae*	кишечн.	13	3	1350	268,2
7	*Tetracotyle* sp.	очі, серце	1	1	2	1,5
8	*Nematodes* (личинка)	печінка	1	1	1	1
9	*Acanthocephalus anguillae*	кишечн.	13	1	16	5,3
10	*Ergasilus sieboldi*	зябра	2	1	4	2,5
11	*Argulus foliaceus*	шкіра	1	1	1	1

Таблиця 5

Зараження окуня

№№ п. п.	Назва паразитів	Орган	Кільк. зараж. риб	Кількість паразитів (інтенсивність зараження)		
				мін.	макс.	середн.
1	*Myxosporidia* sp.	ікра	1	1	1	1
2	*Myxobolus carassii*	кишечник,	2	8	38	23
		печінка	2	2	2	2
3	*Henneguja psorospermica*	зябра	1	1	1	1
4	*Trichodina* sp.	„	1	1	1—3	1—3
5	*Diplostomulum clavatum*	очі	4	1	12	4,8
6	*Diplostomulum spathaceum*	„	6	1	11	5
7	*Triaenophorus nodulosus*	печінка	1	3	3	3
8	*Camallanus lacustris*	кишечн.	1	1	1	1
9	*Nematodes* (личинки)	очі	2	1	6	3,5
10	*Acanthocephalus lucii*	кишечн.	14	1	119	23,5

Таблиця 6

Зараження карася

№№ п. п.	Назва паразитів	Орган	Кільк. зараж. риб	Кількість паразитів (інтенсивність зараження)		
				мін.	макс.	середн.
1	*Myxobolus bramae*	зябра	1	1	1	1
2	*Myxobolus carassii*	печінка, кишечн. очі, селез.	5	1	38	16,6
3	*Trichodina domerguei*	зябра	1	1	1	1
4	*Dactylogyrus anchoratus*	»	7	2	20	9,5
5	*Dactylogyrus intermedius*	»	10	3	92	28,7
6	*Dactylogyrus crassus*	»	2	1	3	3
7	*Allocreadium* sp.	кишечн.	8	1	180	41
8	*Tetracotyle* sp.	печінка	1	72	72	72
9	*Caryophylleides fennica*	кишечн.	4	1	3	47
10	*Acanthocephalus anguillae*	»	10	2	6	3,7

Таблиця 7

Зараження красноперки

№№ п. п.	Назва паразитів	Орган	Кільк. зараж. риб	Кількість паразитів (інтенсивність зараження)		
				мін.	макс.	середн.
1	*Dactylogyrus difformis*	зябра	14	8	270	103,7
2	*Diplozoon paradoxum*	»	1	1	1	1
3	*Asymphylodora markewitschi*	кишечн.	6	11	248	66,8
4	*Philometra* sp.	печінка	1	2	2	2
5	*Capillaria* sp.	кишечн.	2	1	1	1
6	*Acanthocephallus anguillae*	»	5	1	6	3
7	*Piscicola geometra*	шкіра	1	1	1	1
8	*Ergasilus briani*	зябра	1	1	1	1

Таблиця 8

Зараження густери

№№ п. п.	Назва паразитів	Орган	Кільк. зараж. риб	Кількість паразитів (інтенсивність зараження)		
				мін.	макс.	середн.
1	*Dactylogyrus sphyrna*	зябра	13	2	83	24,6
2	*Diplozoon paradoxum*	„	10	1	6	2,6
3	*Allocreadium* sp.	кишечн.	3	2	326	11,5
4	*Caryophyllaeus laticeps*	„	6	2	25	8,1
5	*Acanthocephalus anguillae*	„	4	3	5	3,5
6	*Piscicola geometra*	шкіра	1	1	1	1

Таблиця 9

Зараження ляща

№№ п. п.	Назва паразитів	Орган	Кільк. зараж. риб	Кількість паразитів (інтенсивність зараження)		
				мін.	макс.	середн.
1	*Dactylogyrus sphyrna*	зябра	11	1	20	7,3
2	*Dactylogyrus cornu*	„	2	2	2	2
3	*Diplozoon paradoxum*	„	5	1	4	1,3
4	*Caryophyllaeides fennica*	кишечн.	10	1	11	2,9
5	*Acanthocephalus anguillae*	„	5	1	7	3
6	*Piscicola geometra*	шкіра	2	1	1	1

Знайдені паразити об'єднуються в 10 груп: джгутиконосці (*Mastigophora*) — 1 вид, слизисті споровики (*Myxosporidia*) — 9, інфузорії (*Infusoria*) — 2, моногенетичні сисуни (*Monogenoidea*) — 10, стьожкові черв'яки (*Cestodes*) — 3, круглі черв'яки (*Nematodes*) — 6, скреблянки (*Acanthocephala*) — 2, п'явки (*Hirudinea*) — 1 і паразитичні рачки (*Copepoda parasitica*) — 4 види.

Таким чином, найбільше видів паразитів відноситься до моногенетичних сисунів (10) і слизистих споровиків (9). По відношенню до ставкових риб західноукраїнських областей екстенсивність і інтенсивність зараження риб Західного Бугу незначні.

Стопроцентного зараження риб хоча б одним паразитом не виявлено.

Паразити, які зустрічаються у великій кількості (головним чином деякі моногенетичні і дигенетичні сисуни), дають і великий процент зараження риб.

Найбільше видів паразитів було виявлено в щуки (13), плітки (12) і лина 11), а найменше — в ляща і густери (по 6 видів). Тут зустрічались також деякі види паразитів, патогенних для риб: *Triaenophorus nodulosus*, *Acanthocephallus lucii*, *A. anguillae*, *Filaria obturans* та інші.

П. Д. РЕЗВОЙ

НА БИРЮЧЕМ ОСТРОВЕ

Характерной особенностью северо-западного побережья Азовского моря является ряд намывных кос, отходящих от берега в юго-западном направлении. Самой западной из них является Федотова коса; ее продолжение — о. Бирючий. Остров в настоящее время соединяется или почти соединяется с косой. Коса и остров отчленяют от моря Утлюкский лиман, а между оконечностью острова и западным берегом моря, где расположен г. Геническ, имеется пролив в 18 *км* шириной. Длина Бирючего — 21 *км*, ширина — до 7 *км*.

Летом 1952 г. я с группой студентов Львовского университета посетил Азово-Сивашский заповедник. В территорию заповедника входит и большая часть Бирючего острова, на котором мы провели несколько дней в кордоне «Садки» на южном, морском берегу острова. Катер из Геническа подходит к рыбачьему поселку Бухта, отсюда до Садков всего 5 *км* ходьбы.

Местность вокруг Бухты голая, довольно сильно вытоптанная скотом. Но на заповедной территории картина растительности резко меняется: дальше до Садков простирается цветущий луг.

В последней декаде июня степь вокруг Геническа уже побурела, отцвела, а на Бирючем нас поразила яркая зелень и особенно обилие и разнообразие цветов. Такую растительность хочется назвать не степью, а лугом.

Кордон Садки расположен недалеко от южного, морского берега острова. Берег окаймлен широким ракушняковым пляжем, за которым тянется довольно высокий береговой вал, сложенный из ракуши и ракушнякового песка. Высота вала — 3—4 *м*.

За первым валом параллельно идет второй, и вся поверхность острова занята более древними, еще хорошо заметными пологими валами и разделяющими их понижениями.

Растительность в понижениях уже не так богата, как на более высоких местах. Понижения зарастают густой осокой или красноватыми солянками.

Среди растительности возвышений бросается в глаза обилие мотыльковых: цветущая желтая люцерна, астрагал с пурпурно-лиловыми цветами; много голубых цветов льна; встречается морская капуста, или катран, с крупными мясистыми листьями и белыми цветами. Этим перечнем, конечно, далеко не исчерпывается состав разнотравья.

На северной, прилиманной части острова нет такого богатства растительности. Цветущих растений мало; преобладает злаковый покров; в понижениях обилие солянок. Берег окаймлен густыми тростниками, где держатся перевезенные из Аскания-Нова гибридные олени.

Цветение растительности на острове, по словам работников заповедника, продолжается очень долго. Растительность остается зеленой до самой осени. На Бирючем большая пасека. Одна пчелиная семья дает очень большое количество меда.

В чем же причина столь пышного развития растительности на Бирючем, почему этот остров так резко отличается своею зеленью от близлежащих степей?

Его климатические условия вряд ли чем-либо отличаются от других частей приазовских степей. Мелководное Азовское море оказывает только слабое влияние на климат своих берегов. Климат приазовских степей континентальный с жарким, сухим летом, частыми засухами и суховеями. Годовое количество осадков — около 350 *мм* (А. А. Борисов, 1948).

Пышная растительность Бирючего явно не соответствует этим климатическим условиям. Очевидно, на Бирючем есть какой-то постоянный источник увлажнения, не зависящий от капризов погоды, от частых, иногда продолжительных периодов засухи.

Эти особые источники увлажнения, нам думается, зависят от происхождения острова, от его структуры и свойств материала, из которого он сложен.

Остров Бирючий и вся Фроловская коса намыты морем и состоят из ракушняка и ракушнякового довольно крупного песка, перетертой ракуши. Вся поверхность острова не поднимается над морем выше нескольких метров. Она не выше, скорее ниже современного берегового вала. Весь остров состоит из гряд и понижений, идущих вдоль острова параллельно морскому берегу. Эти гряды — древние береговые валы, отделенные от моря более молодыми валами. Интересное зрелище представляет остров с самолета: кажется, что по его ярко-зеленой поверхности провели гигантской граблей.

Можно не сомневаться, что весь остров сложен из ракушнякового песка и ракуши. Состав грунта можно непосредственно видеть в многочисленных копанках, вырытых для водоснабжения и водопоя оленей.

Эти копанки и выдают важнейшие секреты острова. В любом месте на глубине от полуметра до метра в копанках показывается прекрасная мягкая, совершенно пресная вода. Но дойдя до этой воды, не следует рыть глубже: слой пресной воды — 20—30 *см,* а глубже залегает соленая морская вода.

Слой пресной воды, несмотря на малую мощность, не иссякает все лето. Это он обусловливает богатство и свежесть травяного покрова. Каково происхождение этой пресной воды?

Нам думается, что секрет Бирючего острова заключается в свойствах ракуши и ракушнякового песка. Первое свойство такого грунта — это полная водопроницаемость; второе — ничтожная капиллярность.

Из-за водопроницаемости весь остров, от морского уровня и глубже, пропитан морской водой. В понижениях морская вода подходит близко к поверхности, а местами выходит на дневную поверхность в соленых лагунах и лужах у северного берега. Но благодаря малой капиллярности грунта соленая вода не тянется кверху и не засоляет почвы.

Количество осадков, как мы уже отметили, невелико, выпадают они преимущественно зимой и в начале лета. Дождевая вода легко уходит в рыхлый грунт, но уже на небольшой глубине встречает водонепроницаемый слой: роль водонепроницаемого слоя исполняет более тяжелая морская вода, пропитывающая грунт с определенной глубины. Пресная дождевая вода, не смешиваясь, скопляется над соленой водой. Этот слой пресной воды и потребляется растительностью.

При континентальности приазовского климата, при частых и довольно продолжительных засухах запас пресной воды должен был бы иссякать, но этого не происходит. Происходят какие-то процессы, возобновляющие этот запас и без выпадения дождя.

В летнее время преобладает жаркая солнечная погода. Почва и грунт в дневные часы сильно нагреваются. При этом неглубоко залегающая вода в грунте испаряется; пористый грунт пропитывается водяными парами. Жаркий день с сильной инсоляцией в периоды засух сменяется прохладной, иногда холодной ночью. Температура грунта может падать ниже точки росы. Роса выпадает не только на поверхности почвы, но и в самом грунте. Эту росу в толще грунта можно назвать «подземной росой». В порах грунта идет конденсация и стекание воды.

Для добывания воды в пустынях пользуются точно таким же процессом: наваливают кучи камней, а в глубине этих куч при ночном охлаждении конденсируется вода.

Явление «подземной росы» замедляет трату пресной воды. Но если все же накопленная дождевая вода будет израсходована, тогда начнется испарение морской воды, ее перегонка и конденсация. Слой пресной воды над соленой будет поддерживаться и возобновляться.

Вот таков, как будто, этот постоянный источник пресной воды Бирючего острова, вот почему остров все лето зелен и покрыт цветами.

Правильность наших соображений работники заповедника могли бы проверить путем несложных наблюдений и экспериментов.

М. С. ДУДКИНА

ВЛИЯНИЕ ГОДИЧНОГО СПУСКА НАГУЛЬНОГО ПРУДА В г. ИВАН ФРАНКО, ЛЬВОВСКОЙ ОБЛАСТИ, НА ЛИЧИНОЧНЫЕ БИОТОПЫ И ЧИСЛЕННОСТЬ КОМАРОВ *ANOPHELES*[1]

В 1949 г. для борьбы с водной растительностью как главным фактором анофелогенности прудов был испытан наиболее распространенный метод уничтожения водной растительности — годичный спуск рыбных прудов.

Наблюдения проводились в г. Иван Франко, расположенном в западной части Львовской области на р. Верещице. Долина реки у города как с правой, так и с левой стороны имеет хорошо обособленную пойму. За счет запруды основного стока на реке построена система рыбных прудов площадью 360 *га*. Из них 355 *га* занято нагульным прудом и 5 *га* — нерестовыми и вырастными прудами.

Ширина нагульного пруда достигает 600 *м*, глубина — от 0,2 до 3 *м*. Дно его илистое, прибрежная часть заросла осокой и камышом, а глубинная — плавающей и погруженной водной растительностью (рдест, элодея, роголистник).

Нерестовые и вырастные пруды устроены в долине реки. Питание их обеспечивается за счет реки по проложенным закрытым канавам. Нерестовые пруды неглубокие, берега и дно заросли осокой и луговой растительностью; водой они заливаются только весной.

Вырастные пруды небольшие по своей площади — 0, 75 *га*, глубиной до 1,5 *м*. Берега их обрезаны под углом в 45°. Каждый год во время вылова рыбы вырастные пруды спускаются и перепахиваются, поэтому на протяжении всего сезона они бывают свободными от растительности.

Как в нерестовых, так и в вырастных прудах личинки *Anopheles* встречались, но плотность их в момент обследования была незначительной. Численность же комаров *Anopheles* на дневках в селении в 1949 г. была высокой; это сви-

---

[1] В работе участвовал И. М. Антонюк.

детельствует о том, что основным очагом выплода малярийных комаров в селении является заросший нагульный пруд.

В октябре 1949 г. нагульный пруд был спущен на год. Спуск пруда произведен через шлюз, при этом было осушено все дно пруда, за исключением реки Верещицы, протекающей по ложу пруда, и родников, выходящих у его берега. Растительность в прибрежной зоне после осушения пруда была выкошена.

Летом 1950 г. анофелогенными оставались только небольшие участки и заболоченность у родников.

Осенью 1950 г. пруд заполнили водой, а к концу июня 1951 г. он зарос и стал снова анофелогенным.

Первые личинки были обнаружены 9 мая в нижней части пруда — у плотины, где сохранилась от высыхания плавающая и погруженная растительность (элодея, роголистник, рдест курчавый). Всего было выловлено 69 личинок на 20 проб.

С конца мая начала зарастать анофелогенной растительностью и заселяться личинками *Anopheles* прибрежная зона пруда. 6 июня в зарослях молодой осоки и камыша выловлено 399 личинок (на 20 проб.) В июле заселялась личинками центральная часть пруда. 9 июля в зарослях рдеста курчавого, поднимающихся с глубины 3 *м*, выловлено 1455 личинок на 10 проб стандартного сачка.

Обловы комаров с контрольных дневок и валовые обловы, проведенные в 1951 г., показали, что по мере увеличения анофелогенной площади за счет нагульного пруда численность комаров на дневках возросла в 3 раза по сравнению с 1950 г., когда пруд не функционировал.

В 1950 г. максимум комаров (в среднем 1310 на одну дневку) отмечался в первых числах июля.

В сезонной численности комаров 1951 г. были ясно выражены две вершины: одна (с численностью 2451 на одну дневку) в первых числах июня и вторая (с численностью 2470) в первых числах августа. В течение засушливого июля количество комаров было незначительным по сравнению с июнем и августом.

В июне и августе 1951 г. комары в большом количестве встречались в различных типах помещений.

Из изложенного следует, что метод летования, эффективный в восточных областях УССР, не дает желательных результатов в условиях Львовской области.

Это явление объясняется тем, что в условиях мягкой зимы, характерной для Львовской области, семена водной растительности спущенных прудов мало подвергаются воздействию низких температур, а в летнее время благодаря выпадению большого количества осадков — действию высоких температур и поэтому, по-видимому, сохраняют свою всхожесть.

С момента заполнения прудов водой семена прорастают и пруды интенсивно зарастают водной растительностью, в свя-

зи с чем создаются благоприятные условия для развития личинок *Anopheles*.

Хороший эффект в борьбе с анофелогенностью прудов дало выкашивание водной растительности, проведенное администрацией рыбного хозяйства в 1952 г.

В течение первой декады мая 1952 г. моторной машинокосилкой была скошена вся трава, поднимающаяся над поверхностью пруда. Осталась небольшими пятнами погруженная водная растительность в глубинной части пруда.

До июня пруд оставался свободным от растительности. В июне в прибрежной зоне появилась осока, камыш, лягушатник, а к концу месяца правый берег зарос линеидами. Увеличилась также площадь, занятая погруженной растительностью. Личинки *Anopheles* хотя и встречались на протяжении всего сезона, но плотность их была незначительной по сравнению с 1951 годом. Так, в мае месяце 1952 г. личинки *Anopheles* заселяли только прибрежную зону с луговой растительностью, защищенную от влияния ветра лесом (29 мая выловлено 83 личинки на 20 проб).

В июне личинки появились в глубинной зоне, где имелась плавающая растительность (11 июля выловлено 578 личинок на 10 проб).

В конце июля анофелогенная площадь пруда увеличилась за счет прибрежной полосы правого берега.

Удаление в 1952 г. водной растительности в нагульном пруду резко отразилось на численности комаров в селении. Количество комаров на дневках с мая до середины июля было невысоким (в среднем 25—750 на одну дневку). Только к началу августа, т. е. после того как увеличилась анофелогенная площадь пруда за счет зарастания растительностью, численность их достигла почти уровня 1950 г., 3 августа 1952 г. в среднем на одну дневку приходилось 1900 комаров.

Итак, проанализировав 2 метода борьбы с водной растительностью в прудах: 1) годичный спуск пруда и 2) одноразовое весеннее выкашивание водной растительности, можно сделать вывод, что годичный спуск большого пруда не дал результата.

С весны пруд снова зарос растительностью и стал анофелогенным. Это способствовало увеличению численности комаров на дневках.

Весеннее выкашивание растительности дало лучшие результаты. Основная часть пруда с мая до июля почти не имела растительности и только с июля началось интенсивное зарастание пруда. Личинки в массовом количестве появились с середины июля.

Скашивание водной растительности в пруду в мае отразилось на численности комаров, которая на дневках в наблюдаемом селении до середины июля была незначительной.

Для борьбы с анофелогенностью прудов в условиях Львов-

ской области следует рекомендовать двукратное выкашивание водной растительности — первое в середине мая и второе в середине июля.

Л. М. МЕЛЬНИК

ПЛАНКТОН ОЗЕР ЛЮЦЕМЕР І ЧОРНЕ, ШАЦЬКОЇ ГРУПИ

Метою даної роботи було з'ясування видового складу планктону (в основному зоопланктону) і його кількісних співвідношень. Матеріал збирався протягом червня 1954 р. на озерах Люцемер і Чорне (Волинська область). Крім збору планктону, досліджувалася морфологія озер, давалася їх гідрохімічна характеристика. На Люцемері обрано 3 постійні станції: № 1— у відкритій частині озера, глибина 6,3 *м*, місце не зарослe, дно піщане; № 2 — 150 *м* від берега в заростях вищої водної рослинності, глибина 0,5 *м*; № 3 — у 3 *м* від західного берега, глибина 0,3 *м*, дно піщане.

На Чорному обрано 2 станції: № 4 — на глибині 3,3 *м*, майже на середині озера; № 5 — у 4 *м* від північно-західного берега, глибина 0,5 *м*, в заростях. Проби планктону (якісні) бралися з поверхні сачком з газом середніх номерів, кількісні — методом зачерпування з дальшою фільтрацією. З глибини проби бралися батометром типу Рутнера (після чого фільтрувалися). Частина вмісту проб проглядалася живими, решта консервувалася 2—3-проц. формаліном. Кількісне дослідження планктону проводилося методом Гензена.

Вага рачкового планктону визначалася за допомогою таблиці Уломського.

Гідрологію та гідробіологію Шацьких озер вивчали Тутковський, Бельський, Ланцевич, Вольський. В 1947—1949 рр. гідробіологічні дослідження на Шацьких озерах за винятком Люцемера, Чорного і деяких дрібних озер проводила Н. С. Ялинська.

Люцемер і Чорне належать до басейну Західного Бугу і лежать на вододілі Бугу і Прип'яті. Озеро Люцемер розміщене з південно-східного боку райцентру Шацьк. Площа 455 *га*, висота над рівнем моря 164,9 *м*, максимальна довжина 3135 *м* і ширина 1988 *м*, максимальна глибина 11 *м* (за Ланцевичем). Береги низькі і піщані або заболочені. Відкритих природних приток і стоків нема. Приток відбувається за рахунок грунтових вод, а сток — болотистою рівниною (Ланцевич). Прокопані штучні канал-приток (з півдня від Прип'яті) і канал-сток (північно-східний бік). Дно піщане. Прозорість до 137 *см*. Колір води сірувато-жовтуватий.

Температура поверхні води 19—26°С, а на глибині нижча на 5—6°С. O_2 — до 7,5 *мг/л* (79% насичення). pH — 7; 7,5. За-

гальна мінералізація води 491,025 *мг/л*, з чого HCO_3 — 350,9 *мг/л* (45,6%), $SO^{\cdot\cdot}_4$ — 11,3 *мг/л* (1,8%), $Cl^{\cdot}$ — 11 *мг/л* (2,3%), $Ca^{\cdot\cdot}$ — 58,3 *мг/л* (23,1%), $Mg^{\cdot\cdot}$ — 23,8 *мг/л* (15,5%), $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ — сліди. (Na і K не визначалися). Твердість води: загальна — 6,16 *н/г*, постійна 3,08 *н/г*. Озеро мало зарослe, лише з південно-східного і північного боку простягається смуга заростів вищої водної рослинності: *Phragmites communis, Nymphaea alba, Nuphar luteum, Scirpus lacustris* (визначення рослин М. О. Бухало).

Озеро Чорне розміщене на віддалі 300 *м* від Люцемера і сполучається з останнім каналом (ширина 3 *м*). Поверхня 81,5 *га*, найбільша довжина 1408 *м*, ширина 800 *м*, максимальна глибина 5 *м* і середня 2,9 *м* (за Ленцевичем). Відкритих притоків і стоків нема. Північно-західний і північний береги досить високі, піщані, не зарослі; південно-східні береги низькі, заболочені, зарослі широкою полосою вищої водної рослинності (*Phragmites communis*). Решта озера сильно заросла зануреною рослинністю: *Elodea canadensis, Myriophyllum spicatum, Potamogeton crispus*. Грунт дуже замулений. Прозорість від 0,35 до 0,55 *м*, колір води жовтувато-зелений. Різниця між температурою поверхні і глибини 1—4°C, pH — 7,2—7,6. O_2 — до 7 *мг/л* 85% насичення (ст. № 5) і 15—19% насичення (ст. № 4). Фітопланктон представлений в Люцемері діатомовими і протококовими, в Чорному — синьо-зеленими і діатомовими (цвітіння). Якісний склад фітопланктону даний у таблиці 1, кількість клітин і колоній фітопланктерів (у 1 $м^3$) — в таблиці 2.

Зоопланктон як в Люцемері, так і в Чорному копеподно-кладоцерного типу. З *Copepoda* найбільше в Люцемері *Cyclops scutifer*, в Чорному *Diaptomus graciloides*. Основна маса *Cladocera* у Люцемері складається за рахунок *Bosmina longirostris, Diaphanosoma brachyurum, Daphnia cucullata;* у Чорному — *Ceriodaphnia pulchella* і *Diaphanosoma brachyurum*. В Люцемері і Чорному знайдена *Rhynchotalona falcata*, яка не вказувалася для них Вольським.

Не знайдена зовсім *Leydigia leydigii*, яка вказувалася Вольським для Люцемера. Деякі види потрапили з одного озера в друге: *Leptodora kindtii* з Люцемера в Чорне, а *Polyphemus pediculus* — з Чорного в Люцемер. З інших компонентів зоопланктону досить поширеними були *Rotatoria* (див. табл. 3). Кількісне дослідження рачкового планктону дало для Люцемера від 0,287 до 1,519 *г/м*^{3} (на поверхні) і до 3,805 *г/м*^{3} на глибині; для Чорного від 0,543 *г/м*^{3} до 1,744 *г/м* на поверхні, а на глибині до 9,885 *г/м*^{3}. Таблиця 4 дає картину результатів кількісного дослідження зоопланктону. При порівнянні кількісних показників рачкового планктону з даними Н. С. Ялинської видно, що планктон даних озер дуже наближається до планктону інших Шацьких озер (Свитязь —

Таблиця 1

Видовий склад фітопланктону

№ п.п.	Назва \ Озера	Люцемер	Чорне
	CHRYSOMONADINAE		
1	*Dinobryon sociale* Ehrenb.	I	II
	DINOFLAGELLATAE		
2	*Peridinium* sp.	—	I
3	*Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Bergh.	II	III
	PROTOCOCCALES		
4	*Pediastrum boryanum* Menegh.	III	III
5	*Pediastrum duplex* Meyen.	III	III
6	*Pediastrum clathratum* Lemm.	III	III
7	*Staurastrum* sp.	I	I
8	*Scenedesmus quadricauda* Breb.	I	I
	DESMIDIALES		
9	*Closterium* sp.	I	I
10	*Micrasterias apiculata* (Ehr.) Ralfs.	I	—
11	*Cosmarium undulatum* Corda	—	I
12	*Cosmarium bothrytis* Menegh.	—	I
	DIATOMEAE		
13	*Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs.	IV	V
14	*Melosira* sp.	IV	V
15	*Tabellaria fenestrata* (Lyngb) Kütz.	III	II
16	*Fragilaria crotonensis* Kitt.	IV	II
17	*Asterionella formosa* Hass	III	II
18	*Diatoma vulgare* Bory	II	II
	CYANOPHYCEAE		
19	*Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Elenk.	III	V
20	*Microcystis aeruginosa pseudofilamentosa* Elenk.	I	IV
21	*Microcystis flos aquae* Elenk.	III	V
22	*Gloeotrichia* sp.	II	—
23	*Anabaena spiroides* Kleb.	—	II
24	*Anabaena flos aquae* Breb.	I	I

(I — дуже мало, II — мало, III — досить багато, IV — багато, V — дуже багато).

Таблиця 2

Середня кількість клітин і колоній фітопланктерів у 1 $м^3$

№ п. п.	Назва	Люцемер			Чорне		
		8.VI	18.VI	28.VI	8.VI	18.VI	28.VI
1	*Melosira*	40825	19933	93866	119150	94400	125875
2	*Fragilaria crotonensis*	23300	—	—	24975	9975	6650
3	*Pediastrum*	17200	24833	38866	65550	34150	88325
4	*Ceratium hirundinella*	—	71650	41650	24150	86575	44975
5	*Microcystis*	—	—	—	172238	576650	611975

Таблиця 3

Видовий склад зоопланктону

№ п.п.	Назва / Озера	Люцемер	Чорне
	PROTOZOA		
1	*Arcella* sp.	I	I
2	*Difflugia* sp.	—	I
3	*Vorticella* (на *Anabaena*)	—	I
	ROTATORIA		
4	*Brachionus calyciflorus* Pallas	I	III
5	*Schizocerca diversicornis* Daday	I	III
6	*Keratella cochlearis* (Gosse)	II	II
7	*Keratella quadrata* (Müller)	II	II
8	*Notholca longispina* Kellic.	II	II
9	*Asplanchna priodonta* Gosse	—	I
10	*Polyarthra trigla* Ehrb.	II	III
11	*Trichocerca capucina* (Wierz et Zach.)	—	I
12	*Filinia longiseta* (Ehrb.)	I	—
	CLADOCERA		
13	*Sida crystallina* (O. F. Müller)	I	II
14	*Diaphanosoma brachyurum* S. Fischer	III	III
15	*Daphnia cucullata kahlbergensis* Schödler	III	III
16	*Daphnia hyalina pellucida* P. E. Müller	I	I
17	*Ceriodaphnia pulchella* Sars	III	III
18	*Scapholeberis mucronata cornuta* Schödler	II	I
19	*Ceriodaphnia* sp.	III	III
20	*Simocephalus vetulus* (O. F. Müller)	I	—
21	*Bosmina longirostris cornuta* (Jurine)	III	III
22	*Bosmina longirostris pellucida* Stingelin	IV	IV

Продовження таблиці 3

№ п.п.	Назва / Озера	Люцемер	Чорне
23	*Bosmina longirostris similis* Sars	I	I
24	*Bosmina coregoni thersites* Poppe	I	I
25	*Bosmina coregoni kessleri* (Uljan.)	I	II
26	*Eurycercus lamellatus* (O. F. Müller)	I	—
27	*Acroperus harpae angustatus* Sars.	II	II
28	*Graptoleberis testudinaria* (Fischer)	I	I
29	*Peracantha truncata* (O. F. Müller)	I	II
30	*Rhynchotalona falcata* (Sars)	I	I
31	*Pleuroxus striatus* Schödler	I	—
32	*Pleuroxus uncinatus* Baird	I	—
33	*Alona guttata* Sars	—	I
34	*Alona guttata tuberculata*	—	I
35	*Alona rectangula* Sars	II	I
36	*Alonella nana* (Baird)	I	I
37	*Alonella excisa* (Fischer)	—	I
8	*Alonella exiqua* (Liljeborg)	—	I
39	*Chydorus sphaericus* (O. F. Müller)	III	II
40	*Chydorus gibbus* Libjeborg	II	—
41	*Polyphemus pediculus* (Linne)	II	I
42	*Leptodora kindtii* (Focke)	II	I
	COPEPODA		
43	*Diaptomus graciloides* Lill.	III	IV
44	*Cyclops scutifer* Sars	III	III
45	*Mesocyclops leucarti* Claus	—	I
46	Науплії, копеподні стадії	III	IV

(I — дуже мало, II — мало, III — досить багато, IV — багато, V — дуже багато).

Таблиця 4

Кількість екземплярів і вага

Cladocera, Copepoda в 1 *м*³

Назва групи	Станції	1		2	3	4		5
		поверхня	глибина			поверхня	глибина	
Cladocera	Кількість екземплярів	15475	217166	31479	69000	16276	87983	87983
	Вага	0,214	3,582	1,554	1,315	0,446	9,453	1,518
Copepoda	Кількість екземплярів	7723	10416	11453	9460	9723	18050	17686
	Вага	0,073	0,223	0,227	0,204	0,097	0,432	0,226
Загальна вага рачкового планктону		0,287	3,805	1,781	1,519	0,543	9,885	1,744

1,255 *г/м*³, Пульмо — 4,365 *г/м*³, Островенське — 2,993 *г/м*³ Луки — 1,05 *г/м*³).

З наших дослідів можна зробити такі висновки: 1. Озеро Люцемер має досить сприятливі фізико-хімічні умови для розвитку зоопланктону — природного корму для мальків риб; 2. Фізико-хімічні умови Чорного можна поліпшити очищенням його від вищої водної рослинності, що поліпшить кисневі умови; 3. Біомаса рачкового планктону даних озер висока, хоч наші результати частково занижені (недостатня методика); 4. Люцемер і Чорне за планктоном є типовими евтрофними озерами.

С. О. ГРЕБІНСЬКИЙ, А. А. ЄРМАКОВА, Є. А. РУБАНЮК, І. С. БОГДАНОВИЧ

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ З ЗАСТОСУВАННЯМ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ВРОЖАЙ РАННІХ ПАРНИКОВИХ ОВОЧІВ І ВМІСТ В НИХ ВІТАМІНУ С

Збільшення врожаю ранніх овочів у парниках має важливе значення. Це завдання вирішується різними шляхами, а саме: збільшенням освітлення теплиць, підвищенням вмісту вугле-

кислоти у повітрі та підживленням мінеральними добривами. Найменше вивчено ефективність удобрення парникового грунту та застосування для підживлення мікроелементів, незважаючи на доступність цих заходів.

В рецептурах сумішок для готування парникового грунту, наведених в посібниках з овочівництва, не вказується на додавання мінеральних добрив. Ми не знайшли у літературі також вказівок про застосування для удобрення парникових овочів мікроелементів. Тому було проведено досліди по вивченню ефективності добрив при вирощуванні ранніх овочів у парниках.

Було проведено досліди по удобренню парникового грунту аміачною селітрою, суперфосфатом і хлористим калієм. Досліди проводились у парниках ботанічного саду університету. Парники набивались кінським гноєм, на який накладався шар садового грунту товщиною в 20 *см*. До грунту перед набивкою парника додавались добрива з розрахунку на *кг* грунту: аміачної селітри — 0,25 *г*, суперфосфату — 1 *г*, хлористого калію — 0,5 *г*.

Було проведено дві серії дослідів; першу закладено 22 лютого 1954 р., другу — 6 березня 1954 р., тобто в холодний і в більш теплий періоди. Було посіяно цибулю-сівок і салат. Результати досліду показано в таблиці 1.

Таблиця 1

Вплив удобрення на врожай овочів у парниках (вага 10 рослин в *г*). Середнє з трьох повторень

Овочі	Дата посіву	Дата збору	Без добрива	N	NP	NPK
Цибуля-перо	22. II	1. IV	18,9	26,6	29,2	27,5
	6. III	12. IV	62,6	65,1	—	73
Салат качанний	6. III	12. IV	201	381	495	462

Ці досліди показують, що при ранньому вирощуванні овочів добрива більш ефективні, ніж пізніше, коли завдяки підвищенню температури поживні речовини парникового грунту стають більш доступними рослинам. Крім того, досліди показують, що салат, порівнюючи з цибулею, краще реагує на удобрення парникового грунту навіть у теплому періоді (березень).

Досліди проводились з родючим, садовим парниковим грунтом. Між тим у зв'язку зі значним поширенням парникового господарства навколо Львова та інших міст для набивки парників застосовується і малородючий грунт. Безумовно, ефек-

тивність удобрення бідного грунту буде значно вища, ніж у наших дослідах.

Цікаво було вивчити вплив удобрення на вміст хлорофілу, каротину та аскорбінової кислоти (вітаміну С) в овочах. Таке дослідження було проведено з цибулею. Результати аналізів листів цибулі, а також салату подано в таблиці 2; в цій таб-

Таблиця 2

Вплив удобрення на вміст хлорофілу та аскорбінової кислоти у парникових овочах (в *мг* % на сиру вагу)

Овочі та речовини	Без добрива	Добрива		
		N	NP	NPK
Цибуля-перо (дослід у парнику. Посів 22.II)				
Аскорбінова кислота	38,8	35,2	33,6	41,1
Хлорофіл	106	100	90	122
Каротин	6,0	5,5	6,6	6,1
Цибуля-перо (дослід у парнику. Посів 6.III)				
Аскорбінова кислота	34,2	30,0	31,0	32,3
Цибуля-перо (дослід у теплиці)				
Аскорбінова кислота	21,2	18,0	18,7	20,3
Хлорофіл	92,5	85,0	85,5	102
Каротин	5,7	5,5	5,2	6,6
Салат (дослід у парнику. Посів 6.III)				
Аскорбінова кислота	23,6	25,6	26,7	25,3
Шпінат (дослід у парнику. Посів 6.III)				
Аскорбінова кислота	53,8	70,1	74,6	77,1

лиці наведено також відомості про дослід з цибулею, проведений в теплиці, де до звичайного грунту (суглинку) були додані ті ж добрива, що і в парниковому досліді. Досліди в теплиці було проведено в березні 1954 року.

Аналіз даних про вплив добрив на вміст аскорбінової кислоти вказує на пряму кореляцію між нагромадженням її хлорофілу у цибулі. Цікаво, що зниження вмісту аскорбінової кислоти та хлорофілу спостерігається при збільшенні

врожаю під впливом удобрення, як показує порівняння даних таблиць 1 і 2 (дослід у парнику, посів 22 лютого). У варіанті з удобренням NPK вміст аскорбінової кислоти близький до варіанту без добрива, але в цьому разі і вміст хлорофілу по NPK не нижчий, а навіть трохи вищий, ніж у контролі. Також і вміст каротину збільшується разом з нагромадженням хлорофілу.

Наші досліди з цибулею дають можливість пояснити причину існуючих суперечок у літературі про значення азотного добрива для нагромадження вітаміну С (1). Досліди (див. табл. 1 та 2) показують, що в тому разі, коли азотні добрива посилюють урожай і одноразово завдяки зростанню вегетативної маси та погіршенню освітлення знижують вміст хлорофілу, — вони викликають також зниження вмісту аскорбінової кислоти. Навпаки, коли збільшення врожаю під впливом азотних добрив супроводжується підвищенням вмісту хлорофілу, тоді збільшується і кількість аскорбінової кислоти. Про це свідчать також результати досліду в парниках колгоспу ім. Першого травня, Брюховицького району. В цих дослідах цибуля висотою 10 *см* оприскувалась розчином KNO_3. При збиранні врожаю спостерігався позитивний вплив підживлення розчином KNO_3 на врожай цибулі і вміст в ній хлорофілу та аскорбінової кислоти.

Таблиця 3.

Вплив калійної селітри на врожай цибулі та його якість

Речовини	Без добрива (в *кг*)	5 *г* KNO_3 у літрі на раму (в *кг*)	10 *г* KNO_3 у літрі на раму (в *кг*)
Врожай з рами	4,8	5,0	5,7
Хлорофіл у *мг%*	85	85	86
Аскорбінова кислота в *мг%*	30,1	31,4	33,0
Каротин в *мг%*	6,0	6,0	6,5

Таким чином, у таких овочів, як цибуля-перо та салат, дуже простим показником впливу азотних добрив на вміст вітаміну С буде їх вплив на нагромадження хлорофілу, що помічається вже неозброєним оком.

В багатьох польових і вегетаційних дослідах відмічено позитивну роль мікроелементів для підвищення врожаю овочевих культур, зокрема цибулі, огірків, капусти, помідорів, баклажанів та салату.

Оскільки мікроелементи стимулюють процеси життєдіяльності у рослин при внесенні в грунт і можуть сприяти переводу поживних речовин парникового грунту у доступну форму, нами були проведені досліди по вивченню впливу мікроелементів на

врожай ранніх овочів у парниках. Ці досліди проводились навесні 1955 і 1956 років у парникових господарствах колгоспів ім. Першого травня та ім. Б. Хмельницького, Брюховицького району. Виходячи з того, що рослини потребують декілька мікроелементів, в наших дослідах вивчався вплив як окремих мікроелементів, так і їх сумішей. Мікроелементи давались шляхом оприскування рослин у фазі декількох молодих листків розчинами, зробленими на звичайній воді, що вживалась у колгоспі для зрошення. Наслідки дослідів подано в таблиці 4.

Таблиця 4

Вплив мікроелементів на врожай коренеплодів редису та листів салату і цибулі (вага 10 рослин у *г*).

Середнє з трьох повторень

Дата збирання	Без удобрення	Мікроелементи (склад та концентрація у *г* на 5 *л* води, на раму вносилось 5 *л* розчину)				
		1,0 $MnSO_4$	0,25 $CuSO_4$	1,0 $MnSO_4$ 0,1 $CuSO_4$	1,0 $MnSO_4$ 0,1 $CuSO_4$ 0,25 HBO_3	0,05 $CuSO_4$ 0,05 HBO_3 0,1 $ZnSO_4$
		Досліди з редисом 1955 р. Колгосп ім. Першого Травня				
13.IV	23	26	35	38	37	45
21.IV	35	40	43	37	47	65
21.IV	40	43	43	40	45	60
Середнє	33	36	40	38	43	57
		Колгосп ім. Богдана Хмельницького				
20.IV	50	35	70	68	65	58
20 IV	52	39	80	75	85	50
Середнє	51	37	75	72	75	54
		Досліди з салатом 1955 р. Колгосп ім. Першого травня				
23.IV	382	411	425	496	542	463

Результати дослідів показують, що для підвищення врожаю редису і салату найбільш ефективні суміші мікроелементів, що містять марганець, мідь і бор. Але самі марганець та мідь малоефективні. На відсутність ефективності марганцю для овочевих культур на торф'яному грунті, який вживався в парниках цих колгоспів, вказує М. П. Миронова (2).

У наших дослідах суміш марганцю, міді і бору показала позитивний вплив на врожай редису та салату і тому вже зараз може рекомендуватись для парникових господарств колгоспів.

Досліди з цибулею-перо, проведені весною 1956 р. у колгоспі ім. Першого травня, показали зростання урожаю з рами при застосованих сумішок міді, марганцю та бору з 3,45 *кг* (контроль) до 6 *кг*. Збільшення удвічі концентрації солей суміші, що містила марганець, мідь та бор, негативно впливало на урожай салату.

Таким чином, суміші мікроелементів на родючому парниковому грунті значно підвищують врожай ранніх овочів.

ЛІТЕРАТУРА

1. И. К. Мурри. Проблема витаминов в растениеводстве. Сборник «Биохимия культурных растений», т. 8, 1948.

2. М. П. Миронова. Влияние микроелементов на развитие, физиологические процессы и урожай овощных культур. Автореферат диссертации. Карело-Финский госуниверситет, 1953.

Примітка. Статті цього розділу надійшли до видавництва у червні 1956 р.

Доповіді та повідомлення
Львівського державного університету імені Ів. Франка
Випуск VII, частина III 1957

ГЕОЛОГІЯ

Д. П. БОБРОВНИК

ГРАНАТЫ МИГМАТИТА ОКРЕСТНОСТЕЙ г. ВИННИЦЫ И ГРАНАТО-БИОТИТОВОГО ГНЕЙСА с. ТАЛЬНОЕ

В бассейне р. Южный Буг кристаллические породы (мигматиты и гнейсы), содержащие гранат, выходят на поверхность в береговых обнажениях, начиная немного выше Мельника и до г. Первомайска. Кроме того, такого рода породы обнажаются по р. Гнилопяти и по левым притокам Днестра.

В некоторых из этих пород гранаты играют существенную роль и находятся в виде зернышек, размер которых колеблется от микроскопического (0,05 *мм*) до 1—1,5 *см*. Форма зерен неправильная, приближающаяся к изометрической, и только изредка встречаются на них отдельные плоские грани. Окраска этих зерен различных оттенков — коричневато-красная, а под микроскопом, в тонких шлифах, они почти прозрачные. В значительных количествах гранат входит в состав мигматитов окрестностей г. Винницы, в которых он иногда составляет около 12% объема породы. В одних участках мигматита гранат распределен более или менее равномерно, а в других — перемежаются полосы, богатые и бедные этим минералом. В гранатовых мигматитах нередко встречаются и ксенолиты пироксеново-плагиоклазовых пород.

Черные гранато-биотитовые гнейсы с. Тального и других мест обнажаются на левом берегу р. Горный Тикач. Они образуют пачки, которые переслаиваются с биотитовыми гнейсами. Состав их: биотит, гранат, полевой шпат и кварц: в ничтожных количествах — апатит, циркон и магнетит. Гранат в этих гнейсах находится в виде коричневато-красных изометрических зерен, поперечник которых колеблется около 2—3 *мм*.

Для исследования граната взяты образцы мигматита около г. Винницы, выходящего в карьере на левом берегу р. Южный Буг, против деревянного моста, и гранато-биотитового гнейса с. Тального.

Гранат из породы окрестностей Винницы под микроскопом в проходящем свете почти прозрачный, с еле заметным розоватым оттенком. Рельеф сильный, показатель преломления $>1{,}786$, при скрещенных николях все гранатовые зерна не действуют на поляризованный свет. Во многих зернах граната находятся в достаточном количестве механические примеси (включения).

Размер диаметра включений колеблется от субмикроскопического до 0,10—0,15 *мм*.

Среди включений с достоверностью можно установить кварц, силлиманит, окислы железа, пылеватый магнетит и чешуйки биотита. Включения кварца в гранате представлены как зернами неправильной формы (приближающейся в сечении к овальной или изометрической), так и идиоморфными кристалликами. В некоторых зернах граната мы встречаем совершенно правильные гексагоны кварца, диаметр которых около 0,08 *мм*. Такие разрезы в параллельном свете изотропны и в сходящемся свете обнаруживают темный крест. Так же нередко наблюдаются кристаллы кварца, в которых призматические грани расположены параллельно плоскости шлифа или образуют с последней незначительный угол. На таких разрезах прекрасно видно, что кристаллы кварца представляют собой комбинацию призмы и бипирамиды. Призма увенчана пирамидами и оба конца развиты равномерно.

На включения идиоморфных кристалликов кварца в гранатах с кристаллических пород Побужья указывает и П. И. Голубев (3).

Изредка встречаются гранатовые зерна, в которых в виде включений находятся тонкие иголочки силлиманита. Такие же включения силлиманита в гранате наблюдал и А. А. Полканов (7). Они в проходящем свете прозрачны и при скрещенных николях обнаруживают интерференционную окраску, не выше белой первого порядка, удлинение главной зоны положительное, погасание прямое.

Кроме описанных включений, встречаются в незначительном количестве и другие, размер диаметра которых не превышает 0,003 *мм*, и установить их природу не представляется возможным.

Гранаты из породы окрестностей Тального при исследовании под микроскопом в проходящем свете почти прозрачны, с розоватым оттенком. Рельеф их сильный, положительный; показатель преломления $>1{,}795$ (вычисленный показатель преломления 1,798). Они все изотропны. Форма зерен неправильная.

В гранатовых зернах в достаточном количестве встречаются твердые включения, представленные в большинстве случаев зернышками кварца. Кварц в некоторых зернах граната обра-

зует мирмекитоподобные прорастания. Окислы железа и биотит скопляются главным образом по трещинам зерна в виде мельчайших чешуек и пылевидных частичек.

Для химического анализа гранат извлекался из породы следующим образом: порода дробилась и просеивалась через сито с отверстиями 0,25 *мм*. После этого частицы меньше 0,01 *мм* отмучивались, и крупнозем (частицы $> 0{,}01$ *мм*) загружался в тяжелую жидкость Туле (уд. в. 3,10) и в последней гранаты концентрировались в тяжелой фракции. От полученного таким образом концентрата граната другие тяжелые минералы отделялись под бинокулярным стереоскопическим микроскопом. Чистый концентрат граната обрабатывался HCl (25-проц.) для снятия с них железистых пленочек.

Таблица 1

Химический анализ граната из мигматита окрестностей г. Винницы

Окислы	Вес (в %)	Приведено к 100	Молекулярные количества	Атомное кол-во кислорода	Число атомов кислорода, рассчитанных на 12	Число атомов катионов
SiO_2	38,90	39,20	650	1300	6	3
Al_2O_3	22,52	22,70	230	690	3	2
Fe_2O_3	1,20	1,21	6	24	0,10	0,06
FeO	24,63	24,81	350	350	1,60	1,6
CaO	3,14	3,21	60	60	0,30	0,3
MgO	8,75	8,80	220	220	1	1
П. п. п.	0.10					
	99,24			2644	12	

Общий делитель 2644 : 12 = 220.
Кристаллохимическая формула

$$(Ca_{0,3}Mg_1Fe''_{1,6})\ Fe'''_{0,06}Al_2\ [SiO_4]_3.$$

Из кристаллохимической формулы видно, что гранат представляет изоморфную смесь молекул альмандина, пиропа и гроссуляра, которые находятся в этой смеси в следующих объемных %: альмандин — 51, пироп — 38 и гроссуляр — 11. Теоретически вычисленный уд. в. =

$$= \frac{4{,}25 \times 51 + 3{,}51 \times 38 + 3{,}53 \times 10}{100} = 3{,}99.$$

Таблица 2

Химический анализ граната из гранато-биотитового гнейса с. Тального

Окислы	Вес (в %)	Молекулярные количества	Атомное кол-во кислорода	Число атомов кислорода, рассчитанных на 12	Число атомов катионов
SiO_2	40,86	680	1360	6.3	3,2
TiO_2	Сл.				
Al_2O_3	19,60	192	576	2,72	1,80
Fe_2O_3	1,62	10	30	0,14	0,10
FeO	27,68	383	383	1,80	1,80
MnO	1,60	22	22	0,11	0,11
CaO	1,80	32	32	0,16	0,16
MgO	5,66	141	141	0,66	0,66
П. п. п.	0,55	—	—	—	—
	99,32		2544	12	

Общий делитель 2544 : 12 = 212.

Кристаллохимическая формула

$$(Ca_{0,16}Mn_{0,11}Mg_{0,66}Fe''_{1,80})\ Fe'''_{0,10}Al_{1,80})\ [Si_{3,2}O_{12}].$$

Из кристаллохимической формулы граната из гнейса с.Тального видно, что сумма двувалентных металлов не составляет 3 и трехвалентных — 2, а также количество кремния немного больше 3. Указанные неточности в кристаллохимической формуле должны быть отнесены за счет того, что в гранате в виде примеси находятся мельчайшие включения кварца. Химический анализ граната дает нам право считать, что в его состав входят молекулы андрадита, спессартина, пиропа и альмандина в отношении 1,5 : 1 : 6 : 16,5 или в объемных процентах 6,4; 3,8; 27,9 и 61,9. Теоретически вычисленный уд. в. =

$$= \frac{3,75 \times 6,4 + 4,18 \times 3,8 + 3,51 \times 27,9 + 4,25 \times 61,9}{100} = 3,95.$$

Как следует из приведенного описания, гранат из мигматита окрестностей г. Винницы является изоморфной смесью молекул альмандина, пиропа и гроссуляра; его железистость

$$\frac{FeO \cdot 100}{FeO + MgO} = 61\% \quad \text{и} \quad \frac{2Fe_2O_3 \cdot 100}{Fe_2O_3 + FeO + MgO} = 2,7\%.$$

Следовательно, общая железистость граната составляет 63,7.

Гранат из гранато-биотитового гнейса с. Тального является изоморфной смесью молекул андрадита, спессартина, пиропа

и альмандина, железистость последнего $\frac{FeO \cdot 100}{FeO + MgO} = 73\%$ и $\frac{2Fe_2O_3 \cdot 100}{Fe_2O_3 + FeO + MgO} = 3{,}7$, значит, общая железистость равна 76,7%. В. П. Костюк (4) приводит железистость для 26 гранатов, взятых из различных мигматитов Побужья, которую он получил косвенным путем, исходя в основном из показателей преломления. При сравнении железистости граната из мигматита окрестностей Винницы с таковыми, приведенными В. П. Костюком, видно, что у последнего они значительно выше, хотя часть гранатов также извлечена из мигматитов окрестностей Винницы. Гранат из мигматита окрестностей Винницы отличается от граната из гранато-биотитового гнейса с. Тального не только железистостью, но и тем, что в последнем находится молекула спессартина.[1]

Из приведенных Дельтером (8) анализов альмандина (58 анализов) видно, что альмандин без примесей не встречается. В нем в виде изоморфной смеси находятся молекулы пиропа, гроссуляра, спессартина, андрадита, иногда уварита и т. д. Если судить по анализам гранатов, собранных Дельтером, то альмандин, не содержащий марганца, встречается очень редко, и к таким относится гранат мигматита окрестностей Винницы.

В. Вернадский (2) указывает, что содержащие марганец гранаты являются характерными и наиболее обычными собирателями марганца в оболочке метаморфизма. Марганец переносится пневматолазом, волосными и пластовыми водами и концентрируется в гранатах метаморфических пород.

По В. Вернадскому, альмандин кристаллизуется при затвердевании магмы в пегматитовых жилах в метаморфических породах и в контактных зонах, но он является наиболее характерным минералом для магматических и метаморфических пород. Гранатовые кристаллические породы Побужья описываются во многих работах, где приводятся морфологические признаки гранатов, а также и ассоциации минералов, с которыми они связаны. Только в работе В. П. Костюка (4) подробно изложены результаты изучения парагенезиса минералов в породах Побужья и при этом описана не только морфология гранатов, но и их кристаллооптические и физические свойства.

Результаты исследований гранатов Побужья, полученные В. П. Косюком и нами, показывают, что химический состав этих минералов колеблется в значительных пределах. Для получения более точных сведений об этом составе необходимо изучать не только кристаллооптические свойства, но и химический состав гранатов путем выполнения полных химических анализов.

[1] В гранате из мигматита г. Винницы спектральным анализом установлены Mn, Zi, Be, J

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Безбородько. Гранатовые мигматиты Подолии и гибридизированные гранаты юга Волыни. Зап. Київськ. Тов. Природи (1928).
2. В. И. Вернадский. Очерки геохимии, вып. 2 (1937).
3. П. И. Голубев. Материалы по геологии, гидрогеологии р. Южный Буг. Тр. Укр. отд. геол. ком. (1929).
4. В. П. Костюк. Парагенетический анализ кристаллических пород Подолии в районе г. Винницы. Изд. АН УССР (1955).
5. П. И. Лебедев. Подольская чарнокитовая формация. Тр. XVII сессии Международ. геол. конгресса. М. (1937).
6. В. И. Лучицкий. Кристаллические известняки, чарнокитовые граниты и кинцигиты северной части Украины. Зап. Киевск. общ. ест., т. XXVII, вып. 2 (1926).
7. А. А. Полканов. Несимметрическая дайка диабаза из побережья Кольского фиорда. Тр. Ленинградск. общ. ест., т. 58, вып. 4 (1928).
8. C. Doelter. Handbuch der Mineralchemie, в. 2 (1917).

Л. Н. КУДРИН

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ЛЬВОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Каменные угли. В 1912 г. русский ученый М. М. Тетяев указал, что площадь между Украинским кристаллическим массивом и южным продолжением Келецко-Сандомирской антиклинали, т. е. центральная часть Западной Украины, должна иметь мульдообразное сложение; в основании мульды должны залегать палеозойские, в том числе и каменноугольные угленосные осадки. Эта гипотеза не нашла отклика до 1931 г. — до времени находки Я. Самсоновичем на Волыни карбоновой фауны.

Опубликованная им по этому вопросу в 1932 г. статья в бюллетене Польской академии наук также не нашла в первое время должного отклика ни со стороны Польского геологического института, ни со стороны промышленных кругов. Лишь в 1938 г. для выяснения наличия угленосного карбона силезский концерн («Всполнота интересов Горнично-Гутничих») начал под руководством проф. Я. Самсоновича разведочные работы во Львовском воеводстве. Первая же пройденная скважина полностью подтвердила гипотезу М. М. Тетяева о наличии в пределах Западной Украины угленосного карбона.

После Великой Отечественной войны благодаря детальной разведке на каменный уголь была оконтурена территория распространения промышленного каменного угля и создан перспективный Львовско-Волынский каменноугольный бассейн.

Пласты каменного угля рабочей мощности (от 0,6 до 2 *м*) известны среди терригенных фаций намюрского яруса.

В верхнебужанском горизонте этого яруса установлено до 20 угольных пластов. Из них пять пластов имеют рабочую мощность. Слои же каменных углей параллического типа встречены и среди визейских отложений. В последнее время в Забугском районе скважинами вскрыты три пласта каменного угля рабочей мощности среди отложений среднего отдела карбона (вестфальский ярус по западноевропейской схеме стратиграфии). Этим самым устанавливается полная аналогия отложений карбона Львовско-Волынского бассейна с таковыми Верхне-Силезского бассейна.

Бурые угли (нижний горизонт нижнего тортона) параллического типа, в основном аллохтонные, имеющие практическое значение (мощностью от 0,4 до 3,5 *м*) известны в Золочевском, Олесском и Рава-Русском районах.

В настоящее время разрабатываются Ясиновское (около г. Олеско), Малотростянецкое (около г. Золочева) и Дубровское месторождения бурых углей.

Гипсы и ангидриты — сырье для производства алебастра, удобрений и как поделочный и облицовочный материал. Месторождения гипса находятся в районе Щирца (где и разрабатываются), Любеня-Великого, Шкло, Львова, Городка, Немирова, Пустомыт и в других местах. Среди гипсов и ангидритов в небольших количествах встречаются терригенные минералы (рутил, циркон, турмалин, сфен, кварц и др.).

Сера. Крупным достижением советского периода изучения геологии Львовской области явилось открытие месторождений серы в Яворовском, Ивано-Франковском, Щирецком, Городокском и Немировском районах. Самородная сера сингенетического(?) и эпигенетического происхождения генетически связана с хемогенными (ратинскими) известняками (главным образом), гипсами и ангидритами верхнего тортона.

Минеральные воды. В пределах переходной области от юго-западной окраины Русской платформы к Предкарпатскому прогибу среди гипсов и хемогенных известняков верхнего тортона широко распространены сероводородные минеральные воды (сульфатно-кальциевый тип) с содержанием сероводорода до 180 *мг/л*. В настоящее время широко используются для лечебных целей три месторождения этих вод — Немировское, Любень-Великовское, Шкловское. Сероводородная минеральная вода в пределах этих месторождений залегает на глубине 20—30 *м* от поверхности земли.

В последнее время в районе курортов Немиров и Шкло среди отложений нижнего сармата и на контакте последних с четвертичными осадками обнаружены лечебные слабоминерализованные гидрокарбонатно-натриевые воды. В 1954 г. вблизи курорта Немиров Украинской гидрогеологической экспедицией открыты среди верхнемеловых отложений питьевые хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые (минерализация 3,9 *г/л*) во-

ды. Разведочными скважинами на восточном склоне Львовской мульды минерализованные воды различного состава обнаружены в меловых, юрских и палеозойских отложениях. В с. Волевин, Сокальского района, в интервале 280—360 *м*, из турона была получена хлоридно-сульфатно-натриевая вода с минерализацией 1,2 *г/л*. На ст. Красне из верхнеюрской пестроцветной толщи, с глубины 193—197 *м*, фонтанирует минеральная вода, имеющая следующую формулу химического состава:

$$H_2S_{0,007}M_{1,7}\,\frac{SO_4 75 HCO_3 21}{Ca 42 Mg 43\ (Na + K)\ 15}.$$

Вода сульфатно-натриево-кальциевого типа (минерализация 4,2 *г/л*) была получена опорной скважиной в г. Олеско из среднедевонских отложений. В районе Буска воды хлоридно-натриевого типа (минерализация 5—7 *г/л*) встречены на глубине 200—300 *м* от поверхности среди отложений карбона. В с. Новый Милятин обнаружены в визейских отложениях (на глубине 463—473 *м*) и сероводородные сульфатно-кальциево-магниевые воды следующего состава:

$$H_2S_{0,019}M_{3,4}\,\frac{SO_4 83 HCO_3 11}{Ca 38 Mg 35 Na 27}.$$

В г. Бобрка из верхнемеловых отложений и с контакта последних с четвертичными образованиями встречены гидрокарбонатно-кальциевые воды с малым содержанием сероводорода. Этот тип воды близок к воде источника «Нафтуся» курорта Трускавец.

Бентониты. Известны среди отложений тортона и нижнего сармата. Наиболее мощные слои встречены среди отложений нижнего тортона окрестностей г. Львова (гора Кортумова—1,2 *м*, «Холм Славы»—0,3 *м*). В верхнем тортоне линзы и слои бентонита мощностью от 0,05 до 0,4 *м* находятся в с. Борках (около с. Брюховичи), в окрестностях села Любень-Малый, г. Городка, г. Ивана Франко и других местах.

Диатомиты мощностью до 2,7 *м* мною были встречены в с. Подгорцах (вблизи г. Олеско) выше галечников из кремневых окатанных галек и среди галечников (0,8 *м*) нижнего горизонта верхнего тортона.

Цементное сырье. Запасы его в пределах Львовской области огромны. Для высококачественного цементного сырья вполне пригодны широко распространенные мергели верхнего мела, онкоидно-рифогенные литотамниевые известняки нижнего тортона (гряда Городок — Пустомыты, район к ЮВ от г. Перемышлян), верхнего тортона (окрестности г. Немирова — с. Врублячин, Щирец и др.), хемогенные известняки верхнего тортона и непесчанистые глины нижнего сармата (окрестности с. Шкло, г. Яворова, курортов Немиров, Любень-Великий).

Известняки. Большое значение для получения извести имеют литотамниевые известняки, а для строительных целей как литотамниевые, так и органогенно-обломочные и хемогенные (ратинские). Крупные месторождения литотамниевых и органогенно-обломочных известняков среднего горизонта нижнего тортона известны в Пустомытах, Глине-Наварии, Любене-Великом, Любене-Малом, Малковцах, Борщеве (около Перемышлян). Хемогенные известняки разрабатываются в г. Щирце, селах Любене-Великом, Поморянах, Страдче, г. Львове; в районе Подкаменя—серпуловые известняки нижнего сармата.

Песчаники. Месторождения песчаников для жилого, промышленного и дорожного строительства известны в окрестностях г. Львова (Чертова скала, Кортумова гора — песчаники верхнего тортона), сел Борки (около Брюхович), Страдча, Караченова, Домбровицы, Смолина (около г. Немирова), Словита (район Золочева), Подъяркова и др.

Стекольные пески. Большие месторождения белых кварцевых песков для производства стекла (столового, парфюмерного, листоватого, технического и т. д.) находятся в Бобркском районе (Старое село, Глибовичи, Волощина), окрестностях г. Львова (черта города, села Кривчицы, Знесения, Большое Голоско), г. Нестерова, г. Ивана Франко (с. Страдч и др.), г. Рава-Русская (горы Волковицы, с. Потылич), г. Немирова (с. Врублячин, с. Смолин и др.).

Химический состав песков колеблется в пределах: SiO_2— 95,00 — 99,50%; Al_2O_3 — 0,26 — 1,50%; Fe_2O_3 — 0,02 — 0,50%; CaO—0,02—2%; Mg—следы—0,60%; SO_3—0,00—1,02%.

Строительные пески широко распространены среди отложений тортона в районе Росточья, Львовского плато. Мощность песков в окрестностях г. Львова достигает до 40 *м*.

В пределах аккумулятивной равнины Верхнего Буга и Стыри разрабатываются четвертичные аллювиальные и флювиогляциальные пески. Карьеры этих песков известны у сел Новый Ярычев, Полоничи, Богдановка. Ряд мелких карьеров по разработке четвертичных песков известен в долине р. Верещицы (с. Любень-Малый и др.).

Формовочные пески. Месторождения их обнаружены во Львове (карьеры в конце улицы Ленина), с. Страдче.

Глауконитовые пески — сырье для дешевой качественной краски и смягчения жесткости воды. Перспективные крупные месторождения глауконитовых песков, местами песчаников, находятся в селах Глинском, Мокротине, Скваряве, Потыличе, районе Пустомыт, г. Щирце, с. Подъяркове, в окрестностях г. Перемышляны и др. местах. Химический состав песков колеблется в пределах: SiO_2—52,00—77,80%; Al_2O_3—6,52—7,87%; Fe_2O_3—4,30—18,00%; MgO—1,00—3,52%; CaO—1,40—4,80%; K_2O—следы—7,40%; P_2O_5—1,00—3,02%; SO_3—следы—0,15%.

Гончарные и кафельные глины. Их месторождения известны среди отложений нижнего горизонта нижнего тортона в районе г. Нестерова (села Скварява, Глинское).

Кирпичное сырье в пределах Львовской области распространено широко. Крупные месторождения лессовидных суглинков, озерных зеленовато-серых глин известны в окрестностях городов Львов, Городок, Винники, Нестеров, Рава-Русская, Золочев, Старое Село и в других местах.

Торф повсеместно распространен в широких заболоченных долинах рек.

Крупные торфоразработки находятся в Дублянах, Сытыхове, Дорошеве, Борщовице, Задворье, Жидатычах, Рясном, в Рава-Русском и других районах. Мощность торфяных залежей достигает 8 *м*.

Показатели торфа: влажность — 83—90%, средняя зольность — 15%; теплотворная способность сухого топлива — 4685 калорий.

Лечебные грязи (торф, пропитанный сероводородными водами) распространены в окрестностях курортов Шкло, Немиров, Любень-Великий и с. Пустомыты.

Л. Н. КУДРИН

О СОПОСТАВЛЕНИИ МИОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРЕДКАРПАТЬЯ И ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

На подразделение и параллелизацию миоценовых отложений как Предкарпатского краевого прогиба, так и юго-западной окраины Русской платформы до настоящего времени у исследователей нет единого мнения. Большой интерес представляет вопрос о сопоставлении миоценовых отложений Предкарпатья и Центрального Предкавказья.

Автору данной статьи предоставилась возможность проанализировать литературный и каменный материал по миоцену Центрального Предкавказья и сравнить полученные данные с составленными схемами стратиграфии миоцена юго-западной окраины Русской платформы и Предкарпатского прогиба, помещаемыми ниже (см. схему).

В Предкарпатском прогибе (внутренняя зона) молассовые отложения миоцена начинаются загорской свитой (4), состоящей из полимиктовых песчаников, конгломератов и глин. Слободским конгломератам Предкарпатья по времени образования соответствуют в Закарпатье терешульские конгломераты бурдигала. Последние выполняют древние понижения в рельефе и до-

стигают мощности до 160 *м*. Нижнему миоцену Предкарпатья (загорская и верхневоротыщенская свиты) в Центральном Предкавказье соответствуют верхняя часть караджалгинского (тонкослоистые глины с конкрециями сидеритов и с *Hydrobia* и рыбными чешуйками) и ольгинский (глины неслоистые, иногда песчаные с включением пирита и *Hydrobia* sp., *Leda accepta* Liv., *Solecurtus antiquatus* (Pult.) и др.) горизонты (2).

Отложениями стебникской и баличской свит, возраст которых определяется как гельветский на основании их стратиграфического положения (они залегают во внутренней зоне прогиба под фаунистически охарактеризованными отложениями тарханского горизонта), заканчивается в Предкарпатском краевом прогибе толща моласс, сформированная за счет сноса материала с Карпат и палеозойской гряды.

Во внешней зоне прогиба отложения, по возрасту соответствующие стебникской и баличской свитам, отсутствуют. На юго-западной окраине Русской платформы аналогами стебникских отложений являются онкофоровые и пресноводные слои гельвета (6). Им в Центральном Предкавказье соответствует ритцевский (онкофоровый) горизонт (глины листоватые с прослоями сидеритовых конкреций и глинистых песчаников) с *Oncophora socialis* Rzehak и *Cardium* cf. *kartlicum* Davit. В последнее время геологами ГПК г. Пятигорска онкофоры (*Rzehakia socialis* Rzehak) среди отложений ритцевского горизонта обнаружены на северном склоне янкульской котловины, в с. Ипатово (в 120 *км* к СВ от г. Ставрополя), в 12 *км* восточнее г. Сальска.

После онкофорового времени во всех описываемых областях был перерыв в осадконакоплении.

Начиная с тарханского времени (отложения с *Amussium denudatum* Reuss и др. фауной), в пределах Предкарпатья и Центрального Предкавказья устанавливаются нормально морские условия. В западном Ставрополье тарханские отложения не отлагались.

Среди тарханских глин Центрального Предкавказья А. М. Волошиной определены *Rotalia beccarii* (L.) — больше 50 экземпляров в образце, *Spirialis* sp., остракоды.

Отложения чокрака в Предкарпатском прогибе сохранились от размыва в ряде мест в виде отдельных пятен (с. Чапли и др.). Среди онкоидных известняков чокракского горизонта Центрального Предкавказья в коллекции Г. А. Ткачук, собранной в бассейне р. Калаус, нами обнаружен одиночный коралл. Среди глин чокрака А. М. Волошина под бинокуляром определила *Miliolina* aff. *akneriana* Orb., *Anomalina* sp. indet., *Rotalia* sp., *Spirialis* sp. (более 50 экземпляров в образце), отолиты, личинки пелеципод.

Перед караганским горизонтом в Западном Ставрополье был перерыв в осадконакоплении.

Караганскому времени в Предкарпатье соответствует значительный перерыв в осадконакоплении.

Фациально изменчивый разрез молассовой формации заканчивается в Предкарпатском прогибе покутской свитой, среди которой нами выделяется ряд горизонтов верхнего тортона. Самый нижний горизонт — гипсоангидритовый — залегает на размытой поверхности тарханских и чокракских отложений. В переходной области от юго-западной окраины Русской платформы к Предкарпатскому прогибу и в самом прогибе среди гипсов и ангидритов встречаются слои глин мощностью до 7 *м*. В последних в районе Немирова Л. П. Андреевой была обнаружена, а автором данной статьи определена фауна хорошей сохранности верхнего тортона — *Chlamys neumayri* Hilb., *Chl. galiciana* Favre, *Isocardia cor L., Corbula* sp.

В ряде мест гипсы и ангидриты переслаиваются с хемогенными известняками, местами доломитизированными. Среди доломитизированных известняков в районе Станислава, с. Любеня-Великого и в других местах встречены участки доломитов. Отложения гипсоангидритового горизонта постепенно сменяются песчано-глинистыми отложениями (с *Chlamys neumayri* Hilb., *Chl. elini* Zhizh. и другой фауной) черновицкого горизонта, в основании которого как в пределах Предкарпатского прогиба, так и в платформенной части находится туфогенная (вулканическое стекло встречается только кислого состава) пачка мощностью до 7 *м*.

В Центральном Предкавказье гипсоангидритовому горизонту Предкарпатья и юго-западной окраины Русской платформы (7) соответствуют фоладовые слои (картвельские).

Сартаганские слои в Центральном Предкавказье лишь в ряде мест сохранились от размыва. Им соответствует черновицкий горизонт, среди которого в пределах платформы известны и рифовые (толтровые) фации.

Как в Предкарпатье, так и в Центральном Предкавказье перед отложением осадков конкского горизонта, в понимании его автора Н. А. Соколова, был перерыв в осадконакоплении. В Центральном Предкавказье отложения с *Venus sobieskii* Hilb. var. *media* Sok., *Syndesmya cf. reflexa* Eichw. и др. в отдельных местах залегают на размытой поверхности фоладовых слоев и на отложениях караганского горизонта. В Предкарпатье (включая и платформенную часть) конкско-бугловские отложения (5) также залегают на размытой поверхности отложений верхнего тортона. Н. И. Андрусов в одной из последних своих работ (1) в верхах виндобонского яруса выделил: «конкский (бугловский) подъярус и слои фоладовые, последние залегают на караганском подъярусе: спаниодонтовые слои».

Соединение морских бассейнов Предкарпатья и Центрального Предкавказья произошло только в конкско—бугловское время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Андрусов. Южнорусский плиоцен по новейшим исследованиям (1921).
2. Н. С. Волкова. Полевой атлас фауны третичных отложений Центрального Предкавказья. Госгеолтехиздат, М. (1955).
3. В. В. Глушко и Л. С. Пишванова. О стратиграфии нижнетортонских отложений Предкарпатского краевого прогиба. Геологический сборник № 1 Львовского геологического о-ва, Львов (1954).
4. В. В. Глушко, Н. Н. Субботина, Л. С. Пишванова. О возрасте нижней воротыщенской свиты Предкарпатского краевого прогиба. ДАН СССР, т. 104, № 4 (1955).
5. Л. Н. Кудрин. О конкском горизонте миоцена. Ученые записки Львовского университета, серия геологическая, т. XXI, вып. 7, Львов (1954).
6. Л. Н. Кудрин. Гельвет юго-западной окраины Русской платформы. Геологический сборник № 1 Львовского геологического о-ва, Львов (1954).
7. Л. Н. Кудрин. Гипсы верхнего тортона юго-западной окраины Русской платформы. Ученые записки Львовского университета, серия геологическая, вып. 8, Львов (1955).

В. А. ГОРЕЦКИЙ

ОБ ОДНОМ ИСКОПАЕМОМ МОЛЛЮСКЕ, НАЙДЕННОМ СРЕДИ СОВРЕМЕННОЙ ЧЕРНОМОРСКОЙ ФАУНЫ

Летом 1955 г. автором этого сообщения на Евпаторийском побережье Черного моря (в 3 *км* на восток от Евпатории) в песке, намытом прибоем, вместе с раковинами многих современных черноморских моллюсков (*Ostrea sublamellosa* Mil., *O. taurica* Kryn., *Pecten ponticus* B. D. D., *Donax julianae* Andrz., *Venus gallina* L. var *corrugatula* Kryn., *Tapes rugatus* B. D. D., *Gastrana fragilis* (L.), *Cardium edule* L. var. *intermedia* Mil., *Mytilus galoprovincalis* L., *Cyclonassa nerinea* (L.) var. *pallida* Mil., *Nassa reticulata* (L.) var. *modesta* Mil., *Cerithiopsis tubercularis* (Mtg.), *Rissoa* sp.) были найдены две створки (правая и левая), принадлежащие двум особям рода *Pectunculus*.

Живущие ныне представители этого рода моллюсков обитают в Атлантическом и Индийском океанах (3). Они также известны из Японского и других морей, соленость вод которых близка к океанической; встречаются в Средиземном и Мраморном морях (2, 4). Это жители преимущественно теплых морей, обитающих на песчаном, а иногда илистом грунте небольших глубин сублиторали. Эти моллюски не могут жить в бассейнах с пониженной соленостью воды. В Черном море, соленость вод которого около 18‰, они не известны.

Ископаемые представители рода *Pectunculus* встречаются, начиная с отложений мелового периода и поныне. Наибольшего

распространения они достигают в морских отложениях третичной системы, особенно в палеогеновом отделе и миоценовом подотделе этой системы. В среднемиоценовых (тортонских) отложениях юго-западной окраины Русской платформы (Западная Украина) пектункулусы вместе с другими морскими моллюсками образуют значительные скопления их раковин.

Найденные створки небольших размеров: правая имеет длину и ширину 32 *мм*, левая, соответственно, 26,5 и 32 *мм*. По определению профессора А. Г. Эберзина, найденные раковины принадлежат к *Pectunculus pilosus* L. Очевидно, раковины описываемого вида вымываются из более древних, чем современные, осадков.

В слагающих Евпаторийское плато отложениях, относящихся к меотическому и понтическому ярусам, эти моллюски не встречены и вряд ли можно отсюда их ожидать, так как эти отложения, за исключением нижнемеотических, содержат преобладающий элемент солоновато-водной фауны. Отложения же понтического яруса содержат фауну, среди которой находим много форм, имеющих облик, свойственный фауне современного Каспийского моря. Осадки этого яруса отлагались в солоновато-водном бассейне.

Профессор А. Г. Эберзин допускает возможность существования *Pectunculus pilosus* L. в Карангатском море, т. е. в море, которое образовалось в четвертичном периоде на месте современного Черного моря. Карангатское море было соленым. В нем обитали представители Средиземного моря, проникавшие в то время в Черноморскую область через Дарданеллы. С этой фауной могли переселиться и пектункулусы. Осадки Карангатского моря вскрыты шурфами в окрестностях Евпатории на Сасык-Сивашской пересыпи (1). Они слагают террасы у Севастополя, на Керченском полуострове и в других пунктах Черноморского побережья.

В литературе *Pectunculus pilosus* L. не указывается для карагантской террасы. Однако не исключены малоизученные местонахождения, в которых может оказаться и этот вид.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. М. Страхов. Основы исторической геологии. Часть II, М.-Л. (1948),

2. В. П. Казакова. Стратиграфия и фауна пластинчатожаберных моллюсков среднемиоценовых отложений Ополья. Тр. МГРИ. Материалы по биостратиграфии западных обл. УССР, М. (1952).

3. И. А. Коробков. Справочник и методическое руководство по третичным моллюскам. Пластинчатожаберные. Л. (1954).

4. Г. Д. Харатишвили. Фауна сакараульского горизонта и ее возраст. Монография, № 4. Тбилиси (1952).

5. W. Friedberg. Mięczaki mioceńskie ziem Polskich (Mollusca miocaenica Poloniae). t. II, Pelecypoda, part. I—1934, part. 2—1936.

В. А. ГОРЕЦКИЙ

О НАХОДКЕ *SCHIZASTER SARDINIENSIS* GOTTEAU В ТОРТОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ СОЛОТВИНСКОЙ ВПАДИНЫ (ЗАКАРПАТЬЕ)

В 1949 г. во время экспедиционных работ в Закарпатской области (северо-восточная часть Солотвинской впадины), руководимых Г. П. Алферьевым, в массивных песчаниках основания тячевской свиты Л. П. Горбач и Л. Н. Кудриным найдены три экземпляра внутренних ядер панцырей морских ежей. При изучении эти ядра определены нами как *Schizaster sardiniensis* G. Вместе с ядрами морских ежей обнаружены раковины *Pectunculus deshayesi.* Обнажение, в котором произведена находка, расположено в окрестностях с. Новоселица (долина потока Лужанки). Выше над песчаником залегают глинистые отложения с тортонскими моллюсками: *Cardium praeechinatum* Hilb., *C. turonicum* May., *C. papillosum* Poli., *Chlamys gloria maris* Dub., *Chlamys malvinae* Dub., *Chl. multistriata* Poli., *Chl. fasticulata* Miller., *Pecten aduacus* Eichw., *P. besseri* Andrz., *Arca diluvii* Lam., *A. turoniensis* Duj., *Corbula gibba* Ol., *C. basteroti* Hoern., *Ervilia pusilla* Phil., *Leda fragilis* Chemn., *Lucina dujardini* Desh., *Nucula nucleus L., Ostrea gryphoides* Schloth. *var. gingersis* Schloth., *O. digitalina* Dub., *Meretrix chione* Chemn., *Venus cincta* Eichw, *Turritella pythagoraica* Hilb,. *T. turris* Bast., *Aporrhais pes pelecani L. var. olata* Eichw.

Ввиду того, что до сих пор миоценовые морские ежи Закарпатья никем не были описаны, а их находки являются редкостью, ниже даем краткое описание найденного ископаемого.

Schizáster sardiniensis Gotteau

1953. *Schizaster sardiniensis.* Szöényi: Podolia miocén tengeri sünfaunája, p. 42, 11 tábla, 6., 6a ábra.

Изучаемые формы в той или иной степени деформированы. Ядра заполнены мелкозернистым песчанистым материалом светло-серого с буровато-желтым оттенком цвета. Сохранившиеся на поверхности ядер структурные особенности панцырей (расположения амбулякральных и межамбулякральных полей), а также особенности общего очертания их дают возможность определить эти формы до вида и дать описание некоторых морфологических признаков.

Панцырь обычно маленький, овального очертания, высокий сзади, снизу уплощенный. Длина его почти в полтора раза больше ширины. Апикальное поле смещено назад. Передний амбулякрум удлиненный и размещен в глубоком желобке. Пе-

редние латеральные амбулякры длиннее задних и более расходящиеся, чем другие. Задние — короткие и сближены. Межамбулякральные поля, разделяющие передние и задние латеральные амбулякры, широкие. Задний край высокий, обрывистый. Рот смещен вперед.

Деформированность ядер не позволила произвести необходимые измерения изученных экземпляров. Ниже приводим данные измерений с указанием лишь длины и ширины (измерения в *мм*).

Длина	34,0;	28,0;	25,0.
Ширина	29,0;	23,0;	20,0.

Представители рода *Schizaster* сходны с представителями рода *Linthia,* но первые отличаются смещенным назад апикальным полем и различными по длине и размещению парными амбулякрами. Вторые, кроме этого, отличаются лучше выраженной округлостью их панцырей. Как те, так и другие встречаются, начиная с мела поныне (1).

Геологический возраст и распространение. *Schizaster sardiniensis* G. описан Е. Ф. Сорени из нижнетортонских отложений Западной Украины (с. Подъярков). Этот же исследователь, по данным Gotteau, отмечает этот вид из нижнего и среднего неогена Сардинии и Мальты (2).

Местонахождение. Солотвинская впадина (Закарпатье), правый склон долины Лужанки, против с. Новоселицы.

В другом месте (по долине р. Вульховчик) в отложениях Вульховецкой свиты встречен отпечаток панцыря из рода *Schizaster.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Циттель К. Основы палеонтологии (Палеозоология), часть I — Беспозвоночные (1934).

2. Szörenyi Erzsébet. Podolia miocén tengeri sünfaunaja Geologica Hungarica, Ser. paleontologica, Fasc. 23, Budapestini (1953).

В. Г. ШЕРЕМЕТА

К ВОПРОСУ О СТРАТИГРАФИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ УГЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ с. БЕРЕЗИНКИ, ЗАКАРПАТСКОЙ ОБЛАСТИ УССР

Советские геологи, работающие в Закарпатье, трактовали вопрос о стратиграфическом положении угленосных отложений в районе с. Березинки по-разному.

Так, Н. П. Ермаков на основании исследований 1947 г. относил эти отложения к ильницкой серии, т. е. считал их более молодыми, чем эффузивные породы Выгорлат-Гутинского хребта, сопоставляя их с отложениями понтического яруса Венгрии и Румынии (верхний паннон).

Плиоценовый возраст березинских угленосных отложений Н. П. Ермаков обосновывал находками фауны из так называемого «штольневого пласта», определенной В. А. Горецким: *Brotia cf. veserehelyi, Unio* sp., *Planorbis* sp., *Helix* sp., и *Neritina* sp.

И. Б. Плешаков считал угленосные отложения с. Березинки более древними, чем эффузивные породы хребта, но по возрасту также относил их к паннону. В последнее время он выделяет разрез Березинки, как стратотип паннонских отложений Закарпатья.

Большинство геологов, работавших позднее в этом районе, также считало угленосные отложения с. Березинки паннoном.

В 1955 г. во время полевых работ в Закарпатье нами были отобраны образцы для изучения фауны остракод из этого же «штольневого пласта», а также одной из скважин, пробуренных на территории Березинского буроугольного месторождения. При предварительном изучении в отобранных образцах были обнаружены следующие виды остракод: *Candona albicans* Brady, *Candona convexa* Liv., *Candona aff. angulata* Müll., *Candona fabaeoformis* Fisch., *Candona cf. neglecta* G. O. Sars, *Syclocypris globosa* G. O. Sars, *Cyclocypris laevis* (O. F. Müll), *Herpetocypris cf. reptans* (Baird), *Ilyocypris gibba* Rhamd., *Limnocythere* sp. *inopinata* (Baird.) и др.

Современные представители этих видов обитают в пресноводных бассейнах Европы и Азии.

Сравнивая вышеприведенный список фауны остракод с остракодами паннонского яруса Закарпатья Паннонского и Венского бассейнов, видим, что фауна остракод из отложений Березинского буроугольного месторождения имеет совершенно иной состав. Подавляющее большинство вышеупомянутых видов в отложениях паннонского яруса не встречается. Последние распространены в послетретичных отложениях. Подобный комплекс фауны остракод содержат отложения левантинского яруса Паннонского бассейна.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Угленосные отложения района с. Березинки значительно моложе паннона и, возможно, соответствуют левантинскому ярусу. Следовательно, эти отложения не могут считаться стратотипом паннонских отложений Закарпатья.

2. Судя по соотношению угленосных отложений с. Березинки с эффузивными Выгорлат-Гутинского хребта (гутинская свита — по И. Б. Плешакову), можно предполагать, что в этом

районе угленосная толща является фациальным аналогом нижней части эффузивов Выгорлат-Гутинского хребта.

3. В с. Ильница осадочно-угленосная толща лежит в основном выше эффузивов, но содержит также левантинский комплекс фауны остракод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. П. Ермаков. К стратиграфии неогеновых отложений Советского Закарпатья. Труды ЛГО, серия геологическая, вып. 1 (1948).

2. И. А. Коробков и И. Б. Плешаков. Стратиграфия и фауна моллюсков неогеновых отложений Закарпатской области УССР. ДАН СССР, т. 62, № 3 (1948).

В. С. БУРОВ

О РАСПРОСТРАНЕНИИ ТУФОВ В САРМАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАКАРПАТЬЯ

Сарматские отложения в этой области сейчас изучены не только в обнажениях по склонам Выгорлат-Гутинского хребта, но также по материалам большого количества скважин, пробуренных в Закарпатье различными геологическими организациями.

Благодаря работам палеонтологов Г. Н. Гришкевич, И. В. Венглинского, В. Э. Ливенталь и других изучена стратиграфия этих отложений и тем самым создана основа для изучения фаций Закарпатского сармата и геологической истории этого времени.

Сарматские отложения литологически представлены толщей глин, среди которых встречаются прослои песчаников и туфов. Наиболее мощные прослои туфов приурочены к самой нижней части разреза нижнего сармата. Можно проследить, что к югу и юго-западу мощность прослоев туфов увеличивается, и вся нижняя часть разреза замещается кислыми липаритовыми туфами.

Замещение происходит, в общем, параллельно линии Берегово-Велятин-Вышково.

Мощные туфы, потоки и купола липаритов в этих районах уже давно отмечены и описаны в литературе. Автор совместно с В. Н. Утробиным еще в 1953 г. высказал предположение, что в Закарпатье приблизительно по линии Берегово-Вышково располагается зона интенсивной вулканической деятельности, закончившейся в сарматское время.

Анализ разрезов сармата в различных районах Закарпатья с точки зрения распространения туфогенных пород позволяет сделать два вывода.

Во-первых, что эффузивная вулканическая деятельность в Берегово-Вышковской зоне в начале нижнесарматского времени заканчивалась. Тем самым довольно точно определяется время завершения одной из фаз вулканизма в Закарпатье.

Во-вторых, можно видеть, что в самых северных и северовосточных разрезах сармата, в полосе Выгорлатского хребта туфы и туфогенные породы играют ничтожную роль и, следовательно, в сармате (и, по-видимому, в среднем миоцене) вулканическая деятельность была приурочена только к Берегово-Вышковской зоне. По направлению к этой зоне меняются не только фации, но и мощности сарматских отложений. По разрезам скважин видно заметное уменьшение мощности пород к югу.

В Вышково и Велятине, согласно Г. Н. Гришкевич, распространение фауны моллюсков по разрезу позволяет считать, что мощность этих отложений не превышает здесь 45—50 *м*. В центральных же частях Закарпатского прогиба она достигает 450 *м*.

Таким образом, отмеченные изменения фаций и мощностей сарматских отложений подчеркивают роль Берегово-Вышковской зоны в развитии Закарпатского прогиба. Можно полагать, что она представляла собой его юго-западную границу в миоцене (во всяком случае, в верхнем миоцене), и в пределах этой границы локализировалась на протяжении очень длительного промежутка времени интенсивная вулканическая деятельность.

В. Ф. ЛЕСНЯК

ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ЗАПАДНЫХ ОБЛАСТЕЙ УССР И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В пределах западных областей УССР весьма широко развиты разнообразные железные и марганцевые рудопроявления, но они до последнего времени еще крайне слабо изучены. Между тем известно, что многие железорудные скопления в ряде районов интересующей нас территории в недалеком

прошлом подвергались довольно интенсивной разработке. Так, залежи гематитовых, карбонатных и гидроокисных руд разрабатывались в Закарпатской области, залежи сидеритовых руд в Дрогобычской и Станиславской областях, болотные руды — в Волынской области и т. д. Добываемые в то время железные руды перерабатывались в небольших заводах и дымарках, которые были построены вблизи от эксплуатирующихся месторождений (3). В 50-х гг. прошлого столетия такие предприятия находились в селах Кобылецкая поляна, Фридящево, в районе Майдана, Орова, Пасечной и в других местах.

Краткие сведения о железных рудах западных областей УССР можно найти в ряде работ польских, венгерских, чешских и советских исследователей (1, 3, 4, 5, 7, 8, 9). Однако во всех этих прежних работах рассматривались лишь частные вопросы железорудных проявлений отдельных районов.

В настоящей статье впервые делается попытка на основании литературных данных и личного опыта автора представить эти оруденения для рассматриваемой территории в целом, а также наметить основные типы железорудных проявлений и дать последним общую качественную и количественную характеристику.

На территории западных областей УССР встречаются железорудные проявления как эндогенного, так и экзогенного происхождения, причем по своему способу образования и по минеральному составу руды они не являются идентичными.

Все известные в западных областях УССР железорудные проявления относятся к гидротермальным, осадочным и инфильтрационным образованиям. В западных областях УССР наблюдается несколько зон наиболее интенсивного развития железных руд. Первая зона совпадает с Закарпатским внутренним прогибом, занимающим южную часть описываемой территории и имеющим весьма сложную историю геологического развития. Вторая зона приурочена к Раховскому кристаллическому массиву, характеризующемуся не менее сложным геологическим развитием, чем область Закарпатского внутреннего прогиба. Третьей зоной интенсивного рудопроявления является область флишевых Карпат и Предкарпатского передового прогиба и, наконец, четвертая зона широкого рудопроявления совпадает с западной окраиной Русской платформы.

Намечающиеся зоны распространения и типы железорудных проявлений имеют тесную связь с историей геологического развития тех областей, к которым они приурочены.

Для области Закарпатского внутреннего прогиба, характеризующегося проявлением интенсивной вулканической деятель-

ности, создавшей мощный Ужгород-Хустский вулканический хребет, и мощной 5—6-километровой толщей молассовых, зачастую угленосных отложений, характерны три основных типа железного оруденения: 1) сидеритовые жилы и гнезда гидротермального происхождения, 2) сферо-сидериты и бурые железняки, связанные с молассовыми угленосными отложениями и 3) бурые железняки коры выветривания эффузивных пород среднего и основного состава. Относительно наиболее крупные железорудные скопления данной области находятся в Иршавском и Ужгород-Мукачевском районах. Залежи и жилы сидеритов и бурых железняков здесь достигают значительных размеров и в прошлом они интенсивно разрабатывались кустарным способом. Минеральный состав этих руд приведен в другой работе автора (4).

Область Раховского кристаллического массива, сложенная в основном докембрийскими (3) и древнепалеозойскими метаморфическими породами (2), прорванными более молодыми интрузиями основных пород, характеризуется развитием гидротермально-метасоматических гематито-магнетитовых и сидеритовых руд. Довольно значительные скопления гематитовых руд известны в районе Кобылецкой поляны, Довгоруни и в других местах. Залежи гематитовых руд в конце прошлого и в начале нынешнего века интенсивно разрабатывались венгерской промышленностью, однако также примитивным способом. Гематитовые руды приурочены к контактам кристаллических известняков с гнейсами и разного рода кристаллическими сланцами. Сидеритовые руды в этом районе крупных скоплений не образуют. Залегают они в виде жил и прожилков в метаморфических породах.

В процессе выветривания гематитовых и сидеритовых залежей образовались довольно мощные железные шляпы, содержащие высококачественные гетитовые и гидрогетитовые руды, которые в основном ранее и подвергались эксплуатации.

В области флишевых Карпат и Предкарпатского передового прогиба развиты сидеритовые руды осадочного (морского) происхождения. Они приурочены к определенным горизонтам мелового и палеогенового флиша и характеризуют диагенез осадков в условиях повышенного содержания органического вещества (6).

Руды представлены караваеобразными стяжениями сидерита в смеси с глинистым материалом, образующими прослои в глинистых и песчанистых породах. Мощность прослоев иногда достигает 1,5 *м* и больше. Судя по литературным данным, наиболее значительные залежи сферосидеритов установлены в районе старого Санока, Лиски, Турки, Дрогобыча, Долины, Надворной, Косова, Быстрицы и других пунктов.

Содержание железа в сидеритовых рудах этой области колеблется от 12 до 55%. В 50-х гг. прошлого столетия они подвергались интенсивной разработке. При целеустремленных геологопоисковых работах здесь, по-видимому, могут быть выявлены довольно крупные пластообразные скопления сидеритовых руд.

Во внешней зоне Предкарпатского передового прогиба, развивавшегося на платформенном основании, встречаются болотные руды четвертичного времени. Они развиты в районе Рудно, Самбора, Жидачева, Яворова и в других местах. В районе Жидачева из них вырабатывали высокого качества железо (1,3).

Весьма широко распространены болотные железные и железомарганцевые руды в области западной окраины Русской платформы, характеризующейся ледниковыми песчанистыми отложениями и развитием четвертичных болот.

Скопления бобовых и дерновых железных и железо-марганцевых руд выявлены здесь во многих местах. Довольно значительные скопления этих руд находятся в районе Ровно, Костополя, Сарны, Людвиполя, Межиречи, Турийска (с. Боблы) и т. д. Они развиты на заболоченных пространствах и залегают обычно в форме пластообразных гнезд и линз неглубоко от дневной поверхности. Содержание железа в них довольно высокое.

Кроме того, они содержат значительный процент марганца и не содержат серы, что в определенной степени повышает их качество.

Широко развитые здесь разнообразные железные и железомарганцевые рудопроявления весьма интересны с генетической, а также и с практической точки зрения.

Обширные площади развития болотных руд на территории западной окраины Русской платформы являются отражением определенного этапа ее физико-географических условий развития в четвертичный период, в связи с чем их изучение представляет не только практический, но и большой научный интерес.

Местное значение имеют скопления болотных руд на северо-восточном склоне г. Явор, в Закарпатской области, но здесь они имеют иной характер образования. В этом районе гидрогетитовые болотные руды занимают значительную площадь, мощность их пластов достигает 2-3 *м*, руда весьма высокого качества. Они успешно могут быть использованы местной промышленностью.

Имеются благоприятные условия для формирования сидеритовых руд на платформе в каменноугольный, юрский и третичный периоды, но последние пока не являлись предметом глубокого изучения. В настоящее время небольшие сидеритовые залежи, приуроченные к тортонским отложениям юго-

западной окраины Русской платформы, выявлены в районе Шумска, однако они также еще требуют более детального изучения.

Из приведенного выше краткого обзора можно сделать следующие выводы:

В пределах западных областей УССР железорудные проявления имеют весьма широкое развитие, причем установленные их генетические типы приурочены к определенным структурным элементам земной коры. В настоящее время наиболее значительные скопления железных руд выявлены в Закарпатской, Дрогобычской, Станиславской и Волынской областях. Однако в связи с тем, что систематических поисков и разведки на железные руды в западных областях УССР до сих пор не проводилось, в настоящее время дать им промышленную оценку нет никакой возможности. Относительно крупные скопления марганцевых руд известны в Черновицкой и Станиславской областях.

Довольно быстрое развитие промышленности в западных областях УССР, особенно машиностроительной, рождает перспективы использования железных и марганцевых руд в будущем, поэтому изучение железорудных и марганцевых рудопроявлений на описываемой территории имеет не только научное, но и большое практическое значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Быховер и др. Геология и полезные ископаемые западных областей УССР. Госгеолиздат (1941).
2. Л. М. Кудрін і В. А. Калюжний. До геології основних ефузивних і інтрузивних порід Рахівського масиву. Геологічний журнал АН УРСР, т. 14, вип. I (1954).
3. Є. К. Лазаренко. Надрові багатства західних областей України. Видавництво «Вільна Україна» (1946).
4. В. Ф. Лесняк. К минералогии железных руд западной части Закарпатской области. Минерал. сборник № 1 Львов. геол. о-ва (1947).
5. В. Ф. Лесняк. К минералогии железных руд Раховского района, Закарпатской области. Минерал. сборн. № 2 Львов. геол. о-ва (1948).
6. Н. М. Страхов и Э. С. Залманзон. Распределение аутигенно-минералогических форм железа в осадочных породах и его значение для литологии. Изв. АН СССР, серия геол. № 1 (1955).
7. L. Loczy. Jahresberichte der Kgl. ung Geologischen Anstalt über die Jahre 1939—1940. 1 Band, Budapest (1943).
8. K. Papp. Die Eisenerz- und Kohlenvorräte des Ungarischen Reiches. Budapest (1919).
9. J. Samsonowicz. Złoze rud żelaza pod Żeleznicą w okolicy Międzyrzecza na Wołyniu. Przyczynki do geologii Polski za rok 1937/8, Biuletyń 9 (1939).

Б. Т. ГОЛЕВ

О НАХОДКАХ НУММУЛИТОВ В ПОПЕЛЬСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРНОЙ БУКОВИНЫ

В пределах северного склона Карпат во многих разрезах, особенно в краевых скибах и в Бориславской подзоне Предкарпатского передового прогиба, выше песчаников выгодской свиты залегает толща коричневато-серых мергелистых алевролитов и песчаников. Это так называемая нижнепопельская свита (1), выше которой лежит верхний член попельской серии — верхнепопельская, или быстрицкая, свита. Породы нижнепопельской свиты в типичном своем выражении развиты в с. Попели около Борислава, где и были впервые установлены Б. Кропачеком (4) в 1919 г. Песчаники и алевролиты местами приобретают зеленоватый оттенок, нередко переходят в песчанистые мергели, но всегда при выветривании покрываются голубовато-серым пепельным налетом, являющимся для них характерным. Как правило, в нижнепопельских отложениях встречается большое количество экзотического материала — галек, глыб, иногда линз и прослоев конгломератов, сложенных светлыми известняками, зелеными и красными филлитами и кварцем. В них же повсеместно наблюдаются многочисленные обломки, а иногда целые раковины пластинчатожаберных и брюхоногих моллюсков, до сих пор еще не изученных.

Фауна, приведенная в 1925 г. В. Рогалей (5) из «попельских слоев», отнесенных к верхнему эоцену, на самом деле, очевидно, была найдена в литологически сходных с нижнепопельскими слоях шешорского горизонта, залегающего между быстрицкой свитой и менилитовой серией, которая относится уже к олигоцену. Естественно поэтому верхнеэоценовый возраст был определен В. Рогалей верно, но это возраст шешорского горизонта, а не нижнепопельских слоев.

Благодаря находкам фауны крупных фораминифер нижнеэоценового возраста, описанных Ф. Бедой (2) и М. Сизанкур (3), из «выгодских» и «пасечнянских» песчаников, залегающих ниже попельских отложений, последние условно относились большинством карпатских исследователей к среднему эоцену.

В 1953—1954 гг. автору удалось впервые обнаружить нуммулитов и в самой нижнепопельской свите (1). Это местонахождение расположено в Северной Буковине, южнее с. Бергомет, в потоке Лекече (левый приток Серета). Здесь в средней и верхней части 130—150-метровой толщи мергелистых алевролитов выходит несколько слоев светлосерых, крупнозернистых, карбонатных песчаников мощностью от 40 *см* до 1,5 *м*. В них и было найдено большое количество нуммулитов и орбитоидов хорошей сохранности. Из средней части толщи определены: *Nummulites globulus* Leym., *N. atacicus* Leym., *N. ro-*

tularius Desh., *N. tauricus* Harpe., *N. burdigalensis* Harpe., *N. murchisoni* Brunn., *Discocyclina archiaci* (Schlumb.), *D. douvillei* (Schlumb.), *D. marthae* (Schlumb.), *Asterodicus stella* (Gümb.), *A. stellaris* (Brunn.), *A. taramellii* (Mun.—Chalm.), *A. patellaris* (Schloth.).

В верхней части нижнепопельской свиты, в 20 *м* ниже кровли, в полутораметровом слое песчаника были найдены: *Nummulites globulus* Leym., *N. burdigalensis* Harpe, *N. gallensis* Heim, *N. murchisoni* Brunn., *Assilina granulosa* (Arch. et H.), *Operculina* sp., *Discocyclina nummulitica* (Gümb.), *D. bartholomei* (Schlumb.), *Asterodiscus stella* (Gümb.).

Как уже отмечалось выше, крупные фораминиферы были приурочены к слоям крупнозернистых песчаников, в самой же толще голубовато-серых мергелистых алевролитов были встречены лишь редкие экземпляры *N. globulus* Leym. плохой сохранности. Приведенные комплексы нуммулитов дали возможность говорить уже более определенно о среднеэоценовом возрасте нижнепопельской свиты.

Продолжая поиски нуммулитов в 1955 г., автор обнаружил в Северной Буковине еще три местонахождения, приуроченные к нижнепопельской свите. Первое местонахождение находится в пределах Оровской скибы. Оно расположено в районе с. Ростоки, на правобережье Черемоша, в первом левом притоке потока Товарница (считая от устья).

Здесь нижнепопельская свита, залегающая на выгодских песчаниках, представлена коричневато-серыми, зеленоватыми карбонатными алевролитами, переходящими часто в разнозернистые песчаники. Среди них встречаются слои, содержащие большое количество слабоокатанных галек филлитов, известняков, песчаников, кварца. В средней части толщи прослеживается пятиметровая пачка толстослоистых красновато-серых известняков, переходящих к центру слоя в коричневые кремни. Нуммулиты были обнаружены в основной толще алевролитов и песчаников и в слоях, содержащих гальку. Отсюда определены: *Nummulites globulus* Leym., *N. atacicus* Leym., *N. murchisoni* Brunn., *N. burdigalensis* Harpe, *N. perforatus* (Montf.), *N. carpathicus* Bieda, *Assilina exponens* Sow., *Operculina* sp. — среднеэоценовый комплекс.

Второе и третье местонахождения находятся в пределах скибы Парашки. Нуммулиты были найдены в обоих местонахождениях в коричневато-серых, голубоватых при выветривании, карбонатных разнозернистых песчаниках и алевролитах, слагающих основную часть нижнепопельской свиты. Второе местонахождение расположено на левом берегу р. Путилы в 2 *км* ниже с. Дихтенец. Отсюда определены *Nummulites rotularius* Desh. и *N. perforatus* (Montf.). Последний имеет более 7 *мм* в диаметре. Вместе с редкими нуммулитами встречаются многочисленные орбитоиды.

Нижнепопельские слои с третьим местонахождением выступают на правом берегу р. Путилы, в 4 *км* ниже с. Дихтенец. В них содержится большое количество нуммулитов, среди которых обнаружены: *N. globulus* Leym., *N. atacicus* Leym., *N. distans* Desh., *N. perforatus* (Montf.), *N. carpathicus* Bieda, *N. cf. gallensis* Heim., *N.* sp. и *Operculina* sp.

Как и в первом местонахождении, комплексы нуммулитов второго и третьего местонахождений свидетельствуют о среднеэоценовом возрасте нижнепопельской свиты.

Таким образом, еще раз фаунистически подтверждается наличие среднеэоценовых отложений в пределах северного склона Карпат, представленных нижнепопельской свитой, которую нельзя объединять с нижнеэоценовой выгодской свитой под одним названием.

Карбонатные песчанистые отложения нижнепопельской свиты нередко (особенно в юго-западных частях Скибовой зоны) фациально замещаются тонкоритмичным флишем верхнепопельского (быстрицкого) типа. В таких осадках, как правило, фауна отсутствует, за исключением мелких фораминифер, и производить расчленение и определять возраст чрезвычайно трудно. Тогда, на наш взгляд, при картировании необходимо условно делить всю толщу между выгодскими песчаниками и менилитовыми отложениями олигоцена (т. е. попельскую серию) на две части, считая нижнюю часть, относящейся к среднему эоцену, а верхнюю — к верхнему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Т. Голев. Стратиграфия палеогена северного склона Карпат по фауне нуммулитов. Изд. Львовского университета (1954).
2. F. Bieda. Nummulity i Ortofragminy eocenu z Pasiecznej koło Nadwornej. Rocznik P. T. G., t. IV, 1927, Kraków (1928).
3. M. Cizancourt. O kilku nummulinach z fliszu karpackiego i ich znaczeniu dla stratygrafji Karpat. «Kosmos», rocznik LIII za rok 1928, Lwów (1929).
4. B. Kropaczek. «Boryslaw», studium geologiczne. — Stacja Geol. w Borysławiu, Borysław — Kraków (1919).
5. W. Rogala. Materiały do geologji Karpat. III. Fauna i wiek warstw popielskich. — «Kosmos», rocznik L, Lwów (1925).

О. М. АНАСТАСЬЕВА

О НАХОДКЕ ОСТАТКОВ ПЕРВОБЫТНОГО ЗУБРА *BISON PRISCUS* BOJ В ДОЛИНЕ НИЖНЕГО ДНЕПРА

Летом 1952 г. при проведении геологосъемочных работ в районе чаши водохранилища Каховской ГЭС автором совместно с И. Н. Гоголевым были найдены костные остатки пер-

вобытного зубра *Bison priscus* B o j, хранящиеся в настоящее время в Киеве в зоологическом музее АН УССР.

Находка была обнаружена в разрезе второй надпойменной террасы на левом берегу Днепра у с. Каменка-Днепровская, Запорожской области.

Вторая надпойменная терраса широко распространена в низовьях Днепра и в исследуемом районе представляет обширную площадь, которая носит название «Каменского пода». В строении этой террасы принимают участие древнеаллювиальные и лессовидные породы. Древний аллювий представлен серыми и зеленовато-бурыми суглинками, супесями и разнообразными песками с прослоями и линзами более темного песчано-глинистого материала.

Лессовидные породы, разделенные горизонтом ископаемой почвы, сложены легкосуглинистыми палево-желтыми неслоистыми с типичной столбчатой структурой образованиями. В них наблюдаются карбонатные трубочки, ходы червей и кротовины, выполненные более темным буроватым суглинком.

Заданная нами расчистка в склоне водосбросного канала, где были обнаружены остатки первобытного зубра, вскрыла следующий разрез второй надпойменной террасы:

1) 0,0—0,4 *м* — слой наносной земли;

2) 0,4—0,6 *м* — чернозем с легким буроватым оттенком;

3) 0,6—4 *м* — буровато-желтый лессовидный суглинок, переходящий к середине в палево-желтый пористый лесс с кротовинами и ходами червей. Кротовины заполнены бурым и черным суглинком такой же лессовидной структуры;

4) 4—4,3 *м* — легкий палево-желтый с буроватым оттенком лессовидный суглинок, слегка окрашенный гумусом;

5) 4,3—5,1 *м* — горизонт погребенной почвы — обогащенный гумусом суглинок, местами переходящий в глинистый песок буровато-серого цвета с более темными глинистыми прослойками и с многочисленной пунктуацией железо-марганцевых бобовинок;

6) 5,1—5,7 *м* — палево-желтый лессовидный суглинок, переходящий в основании в серовато-желтые, светло-серые и зеленовато-серые глинистые пески и супеси.

В верхней части этого интервала, т. е. в лессовидных суглинках (горизонт 6), были обнаружены описываемые нами остатки, представленные лобной частью черепа вместе с рогами.

Ниже приведем данные измерений находки:

1) ширина между основаниями роговых стержней — 448 *мм*;
2) ширина между концами роговых стержней (размах рогов) —1200 *мм*;
3) длина роговых стержней — 615 *мм*;
4) хорда роговых стержней — 445 *мм*;
5) толщина роговых стержней у основания — 442 *мм*.

Все вышеописанные фрагменты черепа принадлежат, по определению профессора И. Г. Пидопличко, к первобытному зубру *Bison priscus*. Кроме того, И. Г. Пидопличко (4) методом прокаливания (прокаливанию подвергались лобные кости и рога; показатель прокаливания первых—692, а роговых частей—782 и 794) определил возраст *Bison priscus* как плейстоцен (рисс).

По данным В. И. Громова (1), Г. И. Лазукова (3) и И. Г. Пидопличко (2,5), *Bison priscus* был широко распространен в лесостепной и степной зонах Европейской части СССР и входил в состав хозарского и мустьерского фаунистических комплексов среднечетвертичного времени.

Как известно, находки остатков *Bison priscus* не являются большой редкостью на Украине, но точных сведений о геологических условиях их залегания почти не имеется.

Описанная нами находка представляет интерес в том отношении, что она, во-первых, представлена хорошо сохранившимися частями черепа — лобной костью и рогами, во-вторых, обнаружена в определенном стратиграфическом горизонте — лессовидном суглинке (горизонт 6) второй надпойменной террасы Днепра, т. е. что она хорошо датирована стратиграфически и геоморфологически, в то время как подавляющее большинство аналогичных случайных находок остатков млекопитающих этого времени в районе нижнего течения Днепра и в смежных районах не имеют такой точной датировки и геологического возраста. Кроме того, находка важна еще и тем, что, имея точную датировку геологического возраста, она частично восполнит пробел в палеонтологической характеристике второй надпойменной террасы нижнего Днепра, где эти отложения еще недостаточно изучены в палеонтологическом отношении.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Громов. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 64, геол. серия (№ 17) (1948).

2. Г. І. Молявко, І. Г. Підоплічко. До палеогеографії причорноморських степів півдня УРСР у неогені і антропогені. Геол. журн. АН УРСР, т. 15, вип. І (1955).

3. Г. И. Лазуков. Основные этапы развития фауны, флоры и человека в четвертичном периоде, изд. Московского университета (1954).

4. И. Г. Пидопличко. Новый метод определения геологического возраста ископаемых костей четвертичной системы, изд. АН УССР, Киев (1952).

5. И. Г. Пидопличко. Основные черты истории четвертичной фауны Европейской части СССР. Автореферат диссертации на соискание уч. степени доктора биолог. наук, изд. АН УССР, Киев (1950).

Б. В. МЕРЛИЧ

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БУРОВОГО ШЛАММА ПОРОД ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО БАССЕЙНА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРОВ

При бурении разведочных скважин, как и при проходке шахт с помощью вращательной механической установки, на месторождениях Львовско-Волынского угольного бассейна применяется в качестве промывки глинистый раствор, для приготовления которого идет большое количество специальных промывочных глин.

В то же время высокая дисперсность шламма меловых мергелей, покрывающих сплошным чехлом мощностью 250—450 *м* угленосные отложения бассейна, дает основание поставить вопрос о создании из получаемого при бурении мелового шламма коллоидной системы (годной для промывочных растворов) путем обработки шламма различными реагентами.

Значение успешного решения поставленного вопроса трудно переоценить, ибо в этом случае отпадет надобность в добыче и завозе огромных количеств глины и в приготовлении из нее глинистого раствора, что даст огромную экономию как в средствах, так и во времени. Постановка этого вопроса вызывается еще и затруднениями с отсадкой из глинистого промывочного раствора тонкодисперсного мелового шламма, не обладающего глинизирующими и коллоидальными свойствами, и стремлением превратить этот шламм из балласта в активную часть промывочного раствора.

Автором были проведены опыты по обработке некоторыми реагентами растворов, приготовленных из бурового шламма меловых мергелей Львовско-Волынского бассейна, с целью придания им всех свойств, необходимых для кондиционных промывочных растворов. Первые же опыты показали, что это дело реальное и легко осуществимое. Результатам проведенных опытов и посвящено настоящее сообщение.

Поскольку качество промывочных растворов оценивается сравнением с установленными техническими кондициями, то прежде чем перейти к предмету сообщения, необходимо привести материалы о принятых кондициях. Как известно, нормальный промывочный глинистый раствор для обычных условий разведочного бурения должен удовлетворять следующим кондициям:

1. Удельный вес не менее 1,15;
2. Вязкость по воронке СПВ-5 — 20—25 сек;
3. Фильтрационная способность — не более 20—30 $см^3$ за 30 минут;
4. Минимальная толщина корки на фильтре в сыром состоянии — не более 3 *мм*;

5. Отстой — не более 4%;
6. Содержание песка в растворе — не более 4%;
7. Статическое напряжение сдвига — не менее 0,01 *г/см²*;
8. Стабильность — не более 0,02.

Для опытов по превращению бурового шламмового раствора в кондиционный промывочный раствор взят буровой шламм меловых отложений Сокальского района. Меловой шламм без дополнительной механической обработки смешан с водой в количестве 35% по весу к объему воды, и таким образом получен шламмовый раствор с удельным весом 1,2.

Технологические показатели приготовленного таким образом шламмового раствора и результаты обработки его кальцинированной содой и бентонитовым порошком приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характер раствора	Через сколько времени после приготовления проведено испытание	Уд. вес.	Вязкость по СПВ—5 (в сек.)	Отстой (в %)	Стабильность	Содержание песка (в %)	Фильтрация за 30 минут (в *см*³)	Толщина корки (в *мм*)	Сдвиг (в *г/см*²)
Шламмовый раствор исходный, необработанный	1 час	1,2	20	50	0,42	4,5	xx	—	0,005
Обработанный 0,75% кальцинированной соды	1 час	1,2	20	25	0,12	3,0	57	2,5	0,004
»	1 сутки	1,2	20	25	0,12	3,0	59	2,5	0,004
Обработанный 3% бентонитового порошка	1 час	1,2	21	9	0,004	3,0	34	2,0	0,01
»	3 суток	1,2	21	9	0,004	3,0	35	2,0	0,01
Обработанный 5% бентонитового порошка	1 час	1,21	22	2,5	0,007	4,0	24,5	2,0	0,01
»	3 суток	1,21	23	3,0	0,008	4,0	24,0	2,0	0,01
Обработанный 3% бентонитового порошка	1 час	1,2	23	1,0	0,002	3,0	23,5	2,0	0,01
+0,25% кальцинированной соды	1 сутки	1,2	26	1,0	0,002	3,0	22,5	2,0	0,01

Примечание: Добавка реагентов указана в % по весу к объему глинистого раствора.

За 20 минут отфильтровалось 75 *см*³ воды, после чего глинистая корка дала трещину.

Приведенные материалы показывают, что необработанный раствор из мелового шламма не отвечает кондициям, ибо он не коллоидален (отстой 50%), совершенно неустойчив (стабильность 0,42) и отличается огромной водоотдачей. Однако этот раствор обладает удерживающими свойствами, хотя и в небольшой степени, ибо имеет вязкость, равную 20 сек., и упругость, измеряющуюся напряжением сдвига, равным 0,005 $г/см^2$. Последние свойства и являются основой к преобразованию шламмового раствора в кондиционный промывочный раствор.

Результаты обработки шламмового раствора кальцинированной содой показывают, что присадка последней в количестве до 0,75% снижает только отстой раствора, но не приводит его к кондиционному состоянию по всем показателям, причем с течением времени качество раствора не улучшается.

Добавка 3% бентонитового порошка приближает шламмовый раствор к пределам кондиционности, а добавка 5% бентонитового порошка превращает этот раствор в вполне кондиционный.

Наилучшие результаты дает комбинированная обработка мелового шламмового раствора 3% бентонитового порошка и 0,25% кальцинированной соды. В этом случае раствор приобретает большую вязкость, повышающуюся с течением времени, незначительную фильтрационную способность, тонкую глинистую корку, кондиционное напряжение сдвига и весьма малый отстой. Таким образом, шламмовый раствор, обработанный бентонитовым порошком и кальцинированной содой, имеет достаточную стабильность, хорошие глинизирующие свойства, высокую коллоидальность и достаточную удерживающую способность.

Все это позволяет рекомендовать обработанный таким образом меловой шламмовый раствор для практического применения.

Учитывая высокую стоимость бентонитового порошка и затруднения в получении его, ибо он обычно доставляется из Туркменской республики, проведены опыты по замене этого порошка в рассматриваемой рецептуре глиной из Горбского месторождения Закарпатской области УССР, разведанные запасы которой определяются по категориям А+В в 16 млн. *т*. Опыты присадки к тому же исходному шламмовому раствору Горбской глины дали результаты, показанные в таблице 2.

Приведенные материалы показывают, что в рецептуре комбинированной обработки шламмового раствора Горбская глина с успехом заменяет бентонитовый порошок и что 3% этой глины вполне достаточно для получения высококачественного промывочного раствора со значительно лучшими параметрами, нежели раствор, обработанный бентонитовым порошком.

Это обстоятельство открывает широкие возможности применения для промывки буровых скважин меловых шламмовых

Таблица 2

Характер раствора	Через сколько времени после приготовления проведено испытание	Уд. вес	Вязкость по СПВ—5 (в сек.)	Отстой (в %)	Стабильность	Содержание песка (в %)	Фильтрация за 30 минут (в $см^3$)	Толщина корки (в *мм*)	Сдвиг (в $г/см^2$)
Шламмовый раствор, исходный, необработанный	1 час	1,20	20	50	0,42	4,5	хх	—	0,005
Обработанный 3% Горбской глины + 0,25% кальцинированной соды	1 час	1,20	21	0	6	4,0	16	1,2	0,008
»	1 сутки	1,20	24	0	0	4,0	13	1,0	0,008
Обработанный 5% Горбской глины + 0,25% кальцинированной соды	1 час	1,21	24,5	0	0	4,0	15	1,2	0,01
»	1 сутки	1,21	25,5	0	0	4,0	13	1,2	0,01

Примечание: За 20 минут отфильтровалось 75 $см^3$ воды, после чего глинистая корка дала трещину.

растворов при минимальных затратах на их обработку. В целях еще большего снижения стоимости естественных промывочных растворов следует поставить опыты по обработке шламмового раствора из меловых отложений только Горбской глиной без кальцинированной соды, увеличивая присадку глины до 7—8%.

Если обработка реагентами шламмового раствора, полученного при проходке меловых отложений, состоящих преимущественно из карбоната кальция, дает положительные результаты, то обработка этими реагентами шламмового раствора угленосных пород, сложенных главным образом глинистыми разностями, должна дать еще больший эффект. Следовательно, можно ставить вопрос о полном переводе промывки скважин, бурящихся в пределах Львовско-Волынского угольного бассейна, на шламмовые растворы, обработанные Горбской глиной и кальцинированной содой.

Как нам представляется, идея промывки скважин шламмовыми растворами, полученными из самих скважин, при серьезном подходе к обработке этих растворов реагентами может быть распространена на многие угольные месторождения, в разрезе которых преобладают глинистые породы. Препятствием к этому может явиться широкое распространение

в том или ином разрезе песчаных разностей, засоряющих раствор песком. Но ведь явления засорения песком в той же мере происходят и при применении промывочных растворов, приготовленных искусственным путем из привозной глины.

Для создания из бурового шламма доброкачественного промывочного раствора необходимо наличие в шламме определенного количества тонкодисперсных фракций. Исходя из природы осадочных пород, можно утверждать, что такие фракции должны неизбежно присутствовать в шламме при бурении по глинистым сланцам, аргиллитам, алевролитам, мергелям, песчанистым сланцам и песчаникам с глинистым цементом. Именно из таких пород и состоят разрезы угольных месторождений.

Разумеется, в сложной геолого-технической обстановке буровых работ, например, при проходке плывучих песков, при потере циркуляции, при проходке кавернозных зон, необходимо переходить с промывки шламмовым раствором на растворы из высококачественных и даже специальных глин. Но это положение в одинаковой степени относится и к промывке скважин глинистыми растворами, приготовленными из обычных, рядовых промывочных глин.

В настоящее время в геологоразведочных организациях ориентируются на приготовление промывочных растворов из обработанных реагентами низкосортных глин, если они имеются вблизи буровых работ. Однако при таком решении вопроса отпадает лишь надобность в транспортировке глины, но остается необходимость в ее добыче и приготовлении глинистого раствора, в то время как при использовании для промывки скважин шламмовых растворов эти операции не нужны. При этом с качественной стороны промывочные растворы из низкосортных глин не имеют преимущества перед шламмовыми растворами.

Все эти обстоятельства приводят к выводу, что применение обработанных реагентами шламмовых растворов для промывки скважин имеет крупные преимущества как в экономическом, так и в организационно-хозяйственном отношении по сравнению с растворами из низкосортных и даже из кондиционных промывочных глин.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Васильев. Глинистые растворы в разведочном бурении. Гостоптехиздат (1945).

2. К. И. Володченко. Колонковое бурение. Гостоптехиздат (1947).

3. Б. В. Мерлич. Некоторые вопросы установления оптимального режима бурения в условиях Львовской мульды. Всесоюзные геологические фонды (1949).

Г. А. ГОНСОВСКАЯ-ГОЛЕВА

ОБ ОСНОВНЫХ ТИПАХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЮГО-ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Изучению подземных вод западных областей УССР уделяли внимание еще австрийские и польские геологи. Однако разведочные гидрогеологические работы в то время проводились без учета основных закономерностей залегания и распространения подземных вод, что объяснялось главным образом общей слабой геологической изученностью этих районов. После воссоединения Западной Украины с УССР началось планомерное исследование ее гидроминеральных ресурсов. Наиболее крупные обобщающие работы по гидрогеологии юго-западной окраины Русской платформы и Предкарпатскому прогибу принадлежат А. М. Овчинникову (3, 4), С. З. Сайдаковскому (5) и В. Г. Ткачук (6).

Кроме того, отдельным вопросам формирования минеральных вод посвящены статьи А. Е. Бабинца (1) и Л. Н. Кудрина (2).

Гидрогеологические исследования, проведенные Украинской гидрогеологической экспедицией (в работах которой автор принимал непосредственное участие) и другими геологическими организациями, позволяют уточнить некоторые вопросы формирования основных типов подземных вод юго-западной окраины Русской платформы. В гидрогеологическом отношении этот район можно рассматривать как артезианский склон, приуроченный к моноклинально падающим на запад меловым и третичным породам, слагающим южные окраинные районы платформы. Движение подземных вод совпадает с общим погружением меловых и третичных пород в юго-западном направлении. Основная область питания подземных вод приурочена к наиболее возвышенным юго-западным районам Волыно-Подольской возвышенности. Вследствие этого пьезометрические уровни водоносных горизонтов постепенно возрастают в западном направлении к внешней зоне Предкарпатского прогиба. Резко выраженная фациальная изменчивость водовмещающих горных пород обусловливает формирование разнообразных по химическому составу типов подземных вод с различной активностью водообмена. Среди них можно выделить следующие основные типы подземных вод (см. табл.):

1. Пресные гидрокарбонатно-кальциево-магниевые;
2. Сероводородные сульфатно-кальциевые;
3. Слабоминерализованные гидрокарбонатно-натриевые;
4. Повышенно минерализованные хлоридно-натриевые.

Образование всех этих типов подземных вод происходит в различных гидрогеологических условиях, краткая характеристика которых и приводится ниже.

Гидрохимическая характеристика основных типов подземных вод юго-западной окраины Русской платформы

№ п. п.	Типы подземных вод	Гидрогеологические условия	ТС°	pH	Минерализация (в *г/л*)	Основной химический состав	H_2S (в *мгл*)	CO_2 (в *мг/л*)	Главные представители
1	Пресные воды	Окислительная обстановка интенсивного водообмена	10,0—13,0	7,0—7,2	0,1—0,8	$\frac{HCO_3}{Ca\ Mg}$	—	—	Источники в районе г. Немирова и др.
2	Сероводородные сульфатно-кальциевые воды	Выщелачивание загипсованных пород в условиях восстановительной обстановки замедленного водообмена	8,2—11,6	7,0	1,5—2,5	$\frac{SO_4}{Ca}$	185,0	—	Минеральные источники Немирова, Шкло, Любень-Великого
3	Слабоминерализованные хлоридные воды	Замедленный водообмен в слабопроницаемых глинах сармата	8,5— 9,0	7,2—7,4	0,5—2,0	$\frac{HCO_3}{Na}$	1,0—2,0	30 50	Скважины в селах Щеплоты, Завадово. Источник в санатории Шкло
4	Повышенно минерализованные хлоридные воды	Замедленный водообмен в меловых породах	8,9— 9,0	7,4	3,5—4,0	$\frac{Cl}{Na}$	—	—	Скважины на западной окраине Немирова и Любень-Великого

1. ПРЕСНЫЕ ВОДЫ

Пресные гидрокарбонатно-кальциево-магниевые воды приурочены главным образом к миоценовым породам, сложенным литотамниевыми известняками и разнозернистыми песками. На участках выхода этих пород на поверхность в долинах рек, оврагов, глубоких лощинах появляются многочисленные высокодебитные (1,0—2 *л/сек*) источники. В юго-западном направлении этот мощный напорный нижнетортонский водоносный горизонт погружается под отложения верхнего тортона. Разведочным гидрогеологическим бурением в районе Немирова и Любень-Великого было установлено постепенное замещение сероводородных минеральных вод пресными гидрокарбонатно-кальциевыми по мере фациального изменения литологического состава водовмещающего комплекса пород, выклинивания песчаной толщи нижнего тортона и появления довольно значительных прослоев гипса в закарстованных известняках.

Таким образом, районы, удаленные от области питания нижнетортонского водоносного горизонта, характеризуются отсутствием артезианских пресных вод. Слабоминерализованные гидрокарбонатно-кальциевые воды встречаются здесь только в виде грунтовых вод в верхних песчано-глинистых породах четвертичного возраста.

2. СЕРОВОДОРОДНЫЕ ВОДЫ

Вопрос о генезисе сероводородных вод являлся предметом дискуссии многих исследователей, высказавших различные точки зрения на формирование этого интересного типа минеральных вод. Все они рассматриваются в статье Л. Н. Кудрина (2), который на основании результатов работ Украинской гидрогеологической экспедиции уточнил выдвинутое ранее А. М. Овчинниковым и Л. К. Овчинниковой положение относительно образования сероводородных вод западных областей Украины. Единственным различием во взглядах этих исследователей и Л. Н. Кудрина является допущение А. М. Овчинниковым и Л. К. Овчинниковой образования сероводорода как на глубине в третичных отложениях, так и в вышележащих четвертичных торфяных отложениях в результате разложения органики растительных остатков. По мнению Л. Н. Кудрина, образование сероводорода может происходить только на глубине, в отложениях верхнего тортона. Рассмотрев гидрогеологические особенности формирования сероводородных вод не только районов Немирова и Любень-Великого, но и весьма сходных с ними месторождений сероводородных вод (Шкло, Черче и др.), автор данной статьи пришел к выводу, что, наряду с образованием преобладающего количества сероводорода

в верхнетортонских загипсованных породах, не исключается возможность образования его и в четвертичных отложениях на отдельных участках скопления органических веществ. Напорные сероводородные воды сульфатно-кальциевого состава при выходе в наиболее пониженных участках рельефа в виде минеральных сероводородных источников нередко подвергаются разбавлению пресными грунтовыми водами. Некоторыми исследователями, в частности Л. Н. Кудриным (2), произведена классификация сероводородных вод западных областей Украины без учета этих накладывающихся в верхней зоне процессов смешения вод. В результате один и тот же по химическому составу и условиям формирования сульфатно-кальциевый тип минеральных вод Немирова и Любень-Великого рассматривается как три различных типа сероводородных вод. Нельзя также согласиться с мнением того же исследователя относительно приуроченности сероводородных источников к линиям тектонического «разрыва». Сероводородные воды как юго-западной окраины Русской платформы, так и переходной области к Предкарпатскому прогибу являются типичными пластовыми водами, появляющимися на поверхности земли в наиболее пониженных участках рельефа (речных долинах, оврагах, глубоких лощинах). Сероводородные воды приурочены к наиболее погруженной части артезианского склона и прослеживаются вдоль юго-западной окраины Русской платформы в виде широкой полосы, ограниченной со стороны внешней зоны Предкарпатского прогиба мощной толщей сарматских глинистых отложений. В этой полосе расположены такие известные бальнеологические курорты, как Шкло, Любень-Великий и Немиров. Формирование сероводородных вод с общей минерализацией 2,0—2,5 *г/л* происходит в восстановительных условиях замедленного водообмена. Присутствующие в этих минеральных водах серные бактерии, как показали микробиологические анализы,способны как восстанавливать сульфаты до образования сероводорода (сульфатредуцирующие бактерии), так и окислять его до образования свободной серы (пурпурные бактерии).

Битуминозный характер водоносных карбонатных пород является необходимым благоприятным фактором для активной жизнедеятельности этих микроорганизмов.

Наиболее высоким содержанием свободного сероводорода отличаются минеральные воды, вскрытые буровыми скважинами в районе курорта Немирова на глубинах 60—80 *м*, где его содержание доходит до 200 *мг/л*. Дебиты самоизливающихся скважин составляют 150—200 $м^3$ в сутки. Из-за широкого развития карстовых процессов радиусы влияния артезианских скважин, вскрывших мощный напорный горизонт сероводородных вод в процессе откачек, достигают 800—900 *м*.

3. СЛАБОМИНЕРАЛИЗОВАННЫЕ ГИДРОКАРБОНАТНО-НАТРИЕВЫЕ ВОДЫ

Этот тип подземных вод приурочен главным образом к глинистым отложениям сармата. Первыми разведочными скважинами они были вскрыты в районе сел Шеплоты и Заводово на глубине 40—80 *м*. Общая минерализация гидрокарбонатно-натриевых вод колеблется в широких пределах от 0,6 до 2,5 *г/л*, а содержание углекислоты составляет, соответственно,— 30—50 *мг/л*. Весьма небольшой дебит этих вод (15—20 $м^3$ в сутки) объясняется залеганием в маломощных песчаных прослоях среди общей толщи слабопроницаемых глинистых пород сармата. Сильная известковистость сарматских отложений является одним из основных условий образования этого типа вод, весьма близкого по своему химическому составу к щелочным гидрокарбонатно-натриевым водам нефтяного типа. Вполне возможно, что общий битуминозный характер пород, слагающих описываемый район, и миграция углеводородных газов из внешней зоны прогиба могут являться главной причиной их образования, наряду с процессами катионного обмена в результате длительного взаимодействия пресных инфильтрационных вод гидрокарбонатно-кальциевого состава с сильноизвестковистыми сарматскими глинами морского осадочного происхождения.

В районе Шкло с успехом используются для бальнеологических целей аналогичные слабоминерализованные гидрокарбонатно-натриевые воды с повышенным содержанием летучих органических соединений, что свидетельствует о важном практическом значении дальнейшего детального изучения этого типа вод.

4. ПОВЫШЕННО МИНЕРАЛИЗОВАННЫЕ ХЛОРИДНО-НАТРИЕВЫЕ ВОДЫ

Хлоридно-натриевые воды с повышенной (до 3—4 *г/л*) минерализацией приурочены к морским осадочным отложениям мелового возраста. В более восточных районах Русской платформы они залегают в отложениях девона. Водоносные меловые породы, содержащие эти напорные соленые воды, сложены известковистыми песчаниками и плотными слаботрещиноватыми мергелями. В районах Немирова и Любень-Великого хлоридно-натриевые воды вскрыты буровыми скважинами на глубинах 65—80 *м*. Присутствие этих вод на юго-западной окраине Русской платформы и в переходной области к Предкарпатскому прогибу объясняется рассолонением меловых пород морского генезиса, залегающих ниже местного базиса эрозии в зоне замедленного водообмена. Питание хлоридных вод

мелового водоносного горизонта происходит на ограниченных участках водораздела, где меловые породы выходят на поверхность. Общее движение этих вод направлено на юго-запад к Предкарпатскому прогибу. В том же направлении по мере погружения кровли меловых пород наблюдается увеличение общей минерализации хлоридных вод.

В заключение краткой характеристики подземных вод юго-западной окраины Русской платформы следует отметить, что изменение химического состава всех вышеописанных типов подземных вод, кроме сульфатно-кальциевых, приуроченных к определенной зоне распространения гипсовых битуминозных пород, подчиняется определенной закономерности: по мере возрастания глубины их залегания соответственно увеличивается минерализация и меняется химический состав от пресных гидрокарбонатно-кальциевых через слабоминерализованные гидрокарбонатно-натриевые и гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые до соленых хлоридно-натриевых. Такая гидрохимическая зональность подземных вод обусловливается различными условиями промываемости и дренирования водоносных комплексов пород.

На небольших глубинах в зоне активного водообмена соленые хлоридно-натриевые воды распресняются.

В настоящее время уже почти закончено изучение общих закономерностей формирования основных типов подземных вод этой зоны. Необходимо переходить к более детальному исследованию их режима, площадей распространения и общих динамических запасов.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Е. Бабінець. Мінеральні води курорту Немирів. Геол. журн. АН УРСР, т. X, вип. I, Київ (1950).

2. Л. Н. Кудрин. Некоторые соображения о генезисе и типе месторождений минеральных вод юго-западной окраины Русской платформы и переходной области к Предкарпатскому прогибу. — Тр. Львов. геол. о-ьа при госуниверситете им. Ив. Франко. Геол. серия, вып. 3, Львов (1953).

3. А. М. Овчинников. Типы месторождений минеральных вод. Советская геология, сборник № 40, М. (1949).

4. А. М. Овчинников. Основные черты гидрогеологии Восточных Карпат и Закарпатья. МГРИ. Труды (1950).

5. С. З. Сайдаковский, В. Г. Ткачук и С. М. Цвик. Об условиях формирования подземных вод хлоридно-натриево-кальциевого типа. Гидрохимич. материалы. Изд-во АН СССР, т. XXIII, М.-Л. (1955).

6. В. Г. Ткачук. О типах подземных вод в районе Карпат. Гидрохимич. материалы. Изд-во АН СССР, т. XXIII, М.—Л. (1955).

Л. Н. КУДРИН

О ТЕРМАЛЬНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОДАХ НОВОСЕЛОВСКОГО РАЙОНА СТЕПНОГО КРЫМА

В 1955 г. бурением «Крымнефтегазразведки» (геолог А. П. Ослоповский) в 12 *км* к северу от с. Новоселовского (в 55 *км* северо-восточнее г. Евпатории) в нижней части нижнемеловых отложений, в интервале глубин 1290—1377 *м*, была вскрыта термальная минеральная вода.

На забое скважины температура воды равна 72°С, а при самоизливе вода охлаждается, и температура ее достигает 52°С.

Автору предоставилась возможность посетить район обнаруженных термальных минеральных вод в пределах восточной части Тарханкутского поднятия. Из скважины (при самоизливе) были взяты пробы воды для исследований. Самоизлив воды из скважины происходит с расходом 2,2 *л* в секунду. Из воды выделяется горючий газ (метан), запах сероводорода отсутствует.

Анализ воды, выполненный Т. Ф. Левченко в химической лаборатории Украинской гидрогеологической экспедиции, приводится в ниже помещаемой таблице:

Наименование компонентов	*г/л*	*мг/экв*	%/*экв*
pH	7,0	—	—
d	1,025	—	—
Катионы			
$K^{\cdot}+Na^{\cdot}$	12,968	563,84	86,94
$Ca^{\cdot\cdot}$	1,348	67,40	10,36
$Mg^{\cdot\cdot}$	0,237	19,49	3,00
Fe суммарное	0,029	—	—
Анионы			
Cl'	22,755	641,00	98,19
SO_4''	0,093	1,93	0,30
CO_3''	Не обнаружено		
HCO_3'	0,476	7,80	1,20
NO_2	Не обнаружено		
J'	0,0007	—	—
Br'	0,097	—	0 ,31
HBO_2	0,018	—	—

Химический состав по формуле Курлова следующий:

$$M_{37,9}\,\frac{\mathrm{Cl}\ 98}{(\mathrm{Na}+\mathrm{K})\ 87\ \mathrm{Ca}\ 10}.$$

Тип воды — хлоридно-кальциево-натриевый. Спектральным анализом, выполненным С. С. Мартыновой, в основном в воде обнаружены соли Ca, Mg, Na, Sr. Есть также соли K, Ba, Bi и очень незначительные количества (тысячные доли %) Al, Si, Ti, Fe, Mn.

По исследованию атомной лаборатории Львовского государственного университета им. Ив. Франко, вода слабо радиоактивная.

Термальные минеральные воды в пределах Тарханкутского поднятия образуют крупный артезианский бассейн пластово-трещинных вод.

Ценный химический состав, высокая температура и большой дебит (порядка 200 тыс. *л* в сутки) воды скважины позволяют рекомендовать ее как для наружного, так и для внутреннего применения при заболеваниях опорно-двигательного аппарата, периферической нервной системы, органов пищеварения и создать на гидроминеральной базе этой скважины бальнеологический и питьевой санаторий.

Высокая температура воды скважины позволит использовать ее для теплофикации будущего санатория.

Примітка. Статті цього розділу надійшли до видавництва у червні 1956 р.

Доповіді та повідомлення
Львівського державного університету імені Ів. Франка
Випуск VII, частина III 1957

ХІМІЯ

Є. Є. ЧЕРКАШИН, Є. І. ГЛАДИШЕВСЬКИЙ,
П. І. КРИП'ЯКЕВИЧ

СПОЛУКИ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ З БЕРИЛІЄМ, КРЕМНІЄМ, ГЕРМАНІЄМ І ОЛОВОМ

В минулому році працівники кафедри неорганічної хімії проводили роботи по фізико-хімічному вивченню металічних систем, в яких одним із компонентів є перехідний метал. Предметом дослідження були подвійні системи Mn—Be, Cr—Be, V—Be, Nb—Be, Mo—Be, W—Be і потрійні системи Mn—Co—Si, Mn—Ni—Si, Mn—Co—Ge, Mn—Ni—Ge, Mn—Co—Sn, Mn—Ni—Sn. Системи досліджувалися методами мікроструктури і рентгеноструктурного аналізу. Головним результатом проведених робіт є виявлення 17 нових, досі не описаних в літературі металічних сполук і визначення типу кристалічної структури у 12 з них.

Сплави перехідних металів з берилієм були досі вивчені не повністю. В системах Mn—Be, Cr—Be, V—Be, Mo—Be і W—Be були відомі тільки сполуки складу RBe_2 де R — перехідний метал (1). Ці сполуки належать до структурного типу $MgZn_2$, характеризуються найщільнішою упаковкою атомів різного розміру і високими координаційними числами. Ми дослідили сплави метал — берилій з вищим вмістом Be, ніж у сполук RBe_2. В кожній системі була нами знайдена сполука з високим вмістом берилію (75—93 ат.%). Марганець і берилій утворюють сполуку змінного складу з широкою областю гомогенності, якій відповідає формула $MnBe_{3\to13}$; сполука має кубічну структуру типу $MgCu_2$ з частково невпорядкованим розміщенням атомів Mn і Be. В системах Cr—Be і V—Be сполуки з високим вмістом берилію мають склад RBe_{12} і тетрагональну структуру типу $ThMn_{12}$. В системі Mo—Be досі були відомі сполуки $MoBe_2$ (тип $MgZn_2$) і $MoBe_{13}$ (2). Структура останньої сполуки не була установлена. Наші дослідження показали, що ця сполука має структуру типу $ThMn_{12}$, подібно сполукам

в системах Cr—Be і V—Be; їй слід приписати формулу $MoBe_{12}$. Система Nb—Be досі не була досліджена. Нами знайдена одна сполука ($NbBe_{12}$), яка також належить до типу $ThMn_{12}$.

Порівнюючи сполуки в кожній окремо взятій системі, бачимо, що вони близько споріднені за типом структури. В системі Mn—Be сполука $MnBe_2$ характеризується координаційними числами 12 і 16; в структурі другої сполуки атоми мають ті ж координаційні числа — різниця тільки в типі упаковки (гексагональна структура переходить при збільшенні вмісту Be в кубічну). В системах Be з Cr, V, Mo і Nb при нижчому вмісті Be існують структури з КЧ 12 і 16 (тип $MgZn_2$), а при вищому — з КЧ 12, 14 і 20 (тип $ThMn_{12}$); таким чином, збільшення вмісту Be приводить до збільшення координаційних чисел.

Порівняння різних систем метал — берилій приводить до таких висновків. Система Mn—Be дуже подібна до системи Fe—Be, в якій теж існують сполуки типів $MgZn_2$ і $MgCu_2$. Системи берилію з елементами 5 і 6 груп характеризуються наявністю сполук RBe_{12}. У відношенні складу і структури сполук системи цієї групи аналогічні системі Th—Mn, яка містить сполуки $ThMn_2$ і $ThMn_{12}$ (3). Незважаючи на різні валентності і хімічні властивості компонентів, що заміщають один одного (напр., Cr і Th, Be і Mn), загальний кристалохімічний характер систем Cr—Be, V—Be, Mo—Be, Nb—Be і Th—Mn однаковий; це обумовлене близькими значеннями відношення атомних радіусів компонентів.

Крім згаданих вище сполук, ми виявили за допомогою рентгенівського аналізу ще одну нову сполуку в системі Mo—Be і дві сполуки в системі W—Be. Склад і структура їх поки що не встановлені.

Із потрійних систем нами були досліджені системи, компонентами яких є 1) Mn; 2) Co або Ni; 3) Sn, Ge або Si. По аналогії з сполукою Cu_2MnSn (сплав Гейслера) (4) слід чекати утворення подібних сполук з Co або Ni. Ми дослідили сплави Co_2MnSn і Ni_2MnSn і знайшли, що вони гомогенні; їм відповідає структура сплавів Гейслера (тип Cu_2MnAl, кубічна сингонія, 16 атомів в елементарній клітині). Сполуки цього типу утворюються, як правило, в тих випадках, коли одна з подвійних систем містить сполуки споріднених типів (наприклад, системи Cu—Mn—Al, Cu—Mn—Sn); в протилежність останнім системам, в досліджених нами системах Co—Mn—Sn і Ni—Mn—Sn подвійні сполуки типів, спорідненних з Cu_2MnAl (напр., BiF_3, α-W) відсутні. Знайдені нами сполуки Co_2MnSn і Ni_2MnSn мають температури плавлення 950 і 1050° відповідно; вони виявилися ферромагнітними. Константи решітки у сполуки Ni_2MnSn більша, ніж у Co_2MnSn, незважаючи на

те, що $r_{Ni} < r_{Co}$; подібні співвідношення відомі і в інших випадках ($CeCo_2$—$CeNi_2$; $CoSi_2$—$NiSi_2$) і поки що не пояснені.

В системі Co—Mn—Si ми також знайшли сполуку аналогічного складу (Co_2MnSi), але з дещо іншою структурою. Тоді як у сполук олова всі атоми розміщені впорядковано, у Co_2MnSi атоми Mn і Si розподілені статистично (тип CsCl, кубічна сингонія, 2 атоми в елементарній клітині). В зв'язку з виявленням сполуки Co_2MnSi виникло питання про її відношення до подвійної сполуки Mn_3Si, яка характеризується тими ж положеннями атомів в структурі. По аналогії з системою Mn—Fe—Si (неперервний ряд твердих розчинів Mn_3Si—Fe_3Si) імовірний неперервний ряд з заміщенням Co на Mn. Ми дослідили ряд сплавів на розрізі Co_2MnSi—Mn_3Si, і знайшли, що неперервний перехід між цими сполуками відсутній; на згаданому розрізі утворюється нова потрійна сполука. Було встановлено, що вона відноситься до гексагонального структурного типу $MgZn_2$ і має склад $Mn_3Co_3Si_2$. Існування сполук цього типу в системі Mn—Co—Si на перший погляд незрозуміле: воно суперечить головній умові утворення сполук типу $MgZn_2$, згідно з якою радіуси атомів в положеннях Mg і Zn повинні відрізнятися приблизно на 20% (5). В нашому випадку радіуси відрізняються тільки на 2% (якщо приймати металічні радіуси для КЧ 12). Існування сполуки $Mn_3Co_3Si_2$ типу $MgZn_2$ стає зрозумілим, коли для Mn прийняти більший атомний радіус, а саме такий, як в структурі α-Mn.

Подібну сполуку ми знайшли в системі Mn—Ni—Si. Утворення сполук $Mn_3Co_3Si_2$ і $Mn_3Ni_3Si_2$ зв'язане, можливо, і з фактором електронної концентрації: при переході від $MnBe_2$ до ізоструктурної сполуки $Mn_3Co_3Si_2$ (або $Mn_3Ni_3Si_2$) електронна концентрація не змінюється, бо 2-валентний Be заміщається на 0-валентний Co (або Ni) і 4-валентний Si. Порівняння констант решітки $Mn_3Co_3Si_2$ і $Mn_3Ni_3Si_2$ приводить до такого ж висновку, як у випадку згаданих вище сполук олова: константа сполуки Ni має більше значення, незважаючи на те, що $r_{Ni} < r_{Co}$.

Системи Co—Mn—Si і Ni—Mn—Si були досліджені і при вищому вмісті кремнію (30—50 ат.%). В цій області ми знайшли сполуки, склад яких виражається формулами CoMnSi і NiMnSi. Кристалічна структура їх поки що не визначена.

Беручи до уваги сказане про системи з оловом і кремнієм, в системах, де третім компонентом є германій, теж слід чекати утворення потрійних сполук. Досліджені нами сплави складів Co_2MnGe і Ni_2MnGe виявилися ізоструктурними відповідним сплавам олова (тип Cu_2MnAl). Константи решітки у них менші, ніж у відповідних сполук олова, згідно з атомними радіусами Ge і Sn.

Формули і структурні характеристики знайдених нами сполук перехідних металів з Be, Si, Ge і Sn подані в таблиці.

Таблиця

Сполука	Структурний тип	Сингонія	Константи решітки (kX)		
$MnBe_{8\to13}$	$MgCu_2$	кубічна	$a=5{,}91$		
$CrBe_{12}$	$ThMn_{12}$	тетрагон.	$a=7{,}219$	$c=4{,}168$	$c/a=0{,}577$
$MoBe_{12}$	»	»	7,240	4,180	0,577
VBe_{12}	»	»	7,251	4,186	0,577
$NbBe_{12}$	»	»	7,357	4,247	0,577
Co_2MnSi	CsCl	кубічна	$a=2{,}827$		
Co_2MnGe	Cu_2MnAl	кубічна	5,72		
Ni_2MnGe	»	»	5,68		
Co_2MnSn	»	»	5,991		
Ni_2MnSn	»	»	6,045		
$Mn_3Co_3Si_2$	$MgZn_2$	гексагон.	$a=4{,}738$	$c=7{,}452$	$c/a=1{,}572$
$Mn_3Ni_3Si_2$	»	»	4,752	7,492	1,576

ЛІТЕРАТУРА

1. L. Misch. Metallwirtsch. **15**, 163 (1936).
2. S. G. Gordon, J. A. McGurty, G. E. Klein, W. J. Koshuba, J. Metals. **3**, 637 (1951).
3. J. V. Florio. R. E. Rundle, A. I. Snow, Acta Cryst., № **5**, 449 (1952).
4. Strukturbericht, **1**, 549 (1931).
5. П. И. Крипякевич, Е. Е. Черкашин, Усп. Хим., 19, 361 (1950).

П. І. КРИП'ЯКЕВИЧ і Є.І. ГЛАДИШЕВСЬКИЙ

РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЛАВІВ Cr—Be З ВИСОКИМ ВМІСТОМ БЕРИЛІЮ

В системі хром — берилій досі була відома тільки одна сполука — $CrBe_2$ з структурою типу $MgZn_2$ (1). З метою вивчити цю систему в області високого вмісту берилію ми виго-

товили 15 сплавів: від 62,5 ат. % Be через кожні 2,5% до 97,5 ат.% Be. Плавка проводилася у вугільній печі (кварцові пробірки, атмосфера водню). Після виплавлення ми проаналізували сплави; виявилося, що їх дійсний склад досить значно відрізняється від розрахованого. В більшості випадків (особливо при великому вмісті Cr) має місце вигоряння хрому. В результаті ми одержали сплави з 70,9; 73,5; 74,8; 76,0; 77,5: 80,5: 81,6; 82,8; 86,5; 88,0; 95,5; 95,9, і 98,5 ат. % берилію за аналізом.

Порошки сплавів, видержані 10 діб при температурі 400° і загартовані, ми дослідили рентгеноструктурним методом, застосовуючи хромове невідфільтроване випромінювання. На рентгенограмах порошку сплавів з 70,9 до 77,5 ат. % Be знаходяться тільки лінії, властиві структурному типові $MgZn_2$ (сполуці $CrBe_2$); звідси ми зробили висновок, що сполука $CrBe_2$ займає досить широку область гомогенності, подібно сполуці $FeBe_2$ цього ж типу структури (2). На рентгенограмі сплаву з 80,5 ат. %, Be, крім того, видно ще слабкі додаткові лінії. В міру збільшення вмісту берилію лінії $CrBe_2$ зникають, а додаткові посилюються. Рентгенограма сплаву з 95,5 ат.% Be містить тільки лінії тетрагональної об'ємноцентрованої решітки з $c/a \approx 0{,}58$ і $a \approx 7{,}18$ kX (табл. 1). Вказана решітка і відношення осей характерні для структурного типу $ThMn_{12}$ (3). Незважаючи на те, що досліджуваний нами сплав містить дещо більше берилію, ніж це відповідало б сполуці $CrBe_{12}$ (92,3 ат. %), ми припустили що склад нашого сплаву знаходиться в області гомогенності сполуки $CrBe_{12}$ або близький до границі цієї області. Число атомів в елементарній клітині $CrBe_{12}$ ($N = 24{,}2$), розраховане нами на основі інтерпольованої питомої ваги сплаву ($\varrho = 2{,}3$), близьке до числа атомів в елементарній клітині типу $ThMn_{12}$ ($N = 26$); цей факт частково підтверджує наше припущення. Для повного підтвердження ми розрахували інтенсивності ліній структурного типу $ThMn_{12}$ (при заміщенні Th на Cr і Mn на Be); параметри атомних положень ми приймали ті ж, що у сполуки $ThMn_{12}$. Спостережені інтенсивності погоджуються з розрахованими (табл. 1), що вказує на належність сполуки $CrBe_{12}$ до типу $ThMn_{12}$.

В структурі $CrBe_{12}$ два атоми хрому займають положення (a) просторової групи D^{17}_{4h} —$I4/mmm$ (000 і $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$), а 24 атоми берилію положення

$$\left.\begin{array}{ll} 8\ (f): & \frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4},\ \frac{3}{4}\frac{3}{4}\frac{1}{4},\ \frac{1}{4}\frac{3}{4}\frac{1}{4},\ \frac{3}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}, \\ 8\ (i): & x\,0\,0,\ \bar{x}\,0\,0,\ 0\,x\,0,\ 0\,\bar{x}\,0, \\ 8\ (j): & x\,\frac{1}{2}\,0,\ \bar{x}\,\frac{1}{2}\,0,\ \frac{1}{2}\,x\,0,\ \frac{1}{2}\,\bar{x}\,0, \end{array}\right\} + (000,\ \tfrac{1}{2}\tfrac{1}{2}\tfrac{1}{2}),$$

де $x_i = 0{,}361$; $x_j = 0{,}277$.

При вказаному розміщенні атоми утворюють найщільнішу упаковку; їм властиві високі координаційні числа: 20 у хрому і 12 або 14 у берилію (табл. 2).

Для розрахунку міжатомних віддалей в структурі $CrBe_{12}$ ми уточнили значення періодів решітки; було знайдено $a = 7{,}185 \pm 0{,}020$ kX. Для c/a ми вибрали значення $\frac{1}{\sqrt{3}} = 0{,}577$,

Таблиця 1

Рентгенограма порошку сплаву $Cr_{4,5}Be_{95,5}$ (сполуки $CrBe_{12}$). Випромінювання Cr (невідфільтроване); діаметр камери 57,4 *мм*

hkl		$\sin^2\vartheta$		Інтенсивності α=ліній**	
		спост.	розрах. *	спост.	розрах.
110	α	0,0506	0,0505	60	67
101, 200	α	0,102	0,101	80	76
211, 220	β	0,167	0,167	—	—
211, 220	α	0,202	0,202	80	100
310	α	0,253	0,253	50	32
002, 301	α	0,305	0,304	60	38
202, 321, 400	β	0,336	0,334	—	—
112	α	відсутня	0,354	0	9
202, 321, 400	α	0,406	0,404	100	96
330	α	відсутня	0,455	0	6
222, 411, 420	α	відсутня	0,505	0	4
312	α	0,558	0,556	20	15
510	α	0,663	0,658	10	10
103, 402, 431	α	0,708	0,709	50	30
332	α	0,761	0,759	20	23
213, 422, 521, 440	α	0,811	0,808	70	75
530	α	0,856	0,859	30	19
303, 600	α	0,912	0,910	40	34
512	α	0,957	0,962	60	59

*$\sin^2\vartheta = 0{,}0253\ (h^2+\kappa^2+\frac{l^2}{(c/a)^2}) = 0{,}0253\ (h^2+\kappa^2+3l^2)$.

**Інтенсивність найсильнішої лінії принята за 100.

Таблиця 2

Координаційні числа і міжатомні віддалі в структурі $CrBe_{12}$

№ п. п.	Коорд. числа	Формули міжатомних віддалей	d (kX)
1	Cr — 8 Be *(f)*	$\frac{1}{4}\sqrt{2a^2 + c^2}$	2,74
2	Cr — 4 Be *(i)*	$x_i\, a$	2,59
3	Cr — 8 Be *(j)*	$\sqrt{x_j^2\, a^2 + c^2/4}$	2,87
4	Be *(f)* — 2 Be *(f)*	$c/2$	2,07
5	Be *(f)* — 4 Be *(i)*	$\sqrt{[(x_i - \frac{1}{4})^2 + \frac{1}{16}]\, a^2 + c^2/16}$	2,22
6	Be *(f)* — 4 Be *(j)*	$\sqrt{[(x_j - \frac{1}{4})^2 + \frac{1}{16}]\, a^2 + c^2/16}$	2,08
7	Be *(f)* — 2 Cr	див. № 1	
8	Be *(i)* — 1 Be *(i)*	$x_j\, a$	2,00
9	Be *(i)* — 4 Be *(i)*	$\sqrt{2\,(\frac{1}{2} - x_i)^2 a^2 + c^2/4}$	2,48
10	Be *(i)* — 2 Be *(j)*	$\sqrt{(x_j + x_i - \frac{1}{2})^2 a^2 + c^2/4}$	2,30
11	Be *(i)* — 2 Be *(j)*	$a\sqrt{x_j^2 + (\frac{1}{2} - x_i)^2}$	2,23
12	Be *(i)* — 4 Be *(f)*	див. № 5	
13	Be *(i)* — 1 Cr	див. № 2	
14	Be *(j)* — 2 Be *(j)*	$a\sqrt{2\,(\frac{1}{2} - x_j)^2}$	2,28
15	Be *(j)* — 2 Be *(i)*	див. № 10	
16	Be *(j)* — 2 Be *(i)*	див. № 11	
17	Be *(j)* — 4 Be *(f)*	див. № 6	
18	Be *(j)* — 2 Cr	див. № 3	

бо тільки при ньому збігаються лінії 101 і 200, 211 і 220, і т. д.; при інших значеннях спостерігалося б розщеплення ліній. На основі цього значення c/a ми знайшли, що $c = 4{,}148 \pm 0{,}010$ kX. Міжатомні віддалі наведені в табл. 2.

Порівнюючи їх з відповідними сумами атомних радіусів ($= r_{Cr} + r_{Be} = 2{,}40$; $2r_{Be} = 2{,}26$ kX), бачимо, що віддалі d_{Cr-Be} значно більші від цих сум, а d_{Be-Be} можуть бути як меншими, так і більшими. Як відомо, такі зміни міжатомних віддалей при переході від металів до металічних сполук характерні для металічних сполук з найщільнішою упаковкою атомів різного розміру (структурні типи $MgCu_2$, $MgZn_2$, $MgNi_2$, $CaZn_5$, $NaZn_{13}$ і інші) (4, 5).

ВИСНОВКИ

Рентгеноструктурним методом досліджені сплави Cr—Be з 70,9—98,5 ат. % Be (за аналізом). Сплави з 70,9—77,5 ат. % Be складаються з сполуки $CrBe_2$ (тип $MgZn_2$). Рентгенограма сплаву з 95,5 ат. % Be містить тільки лінії структурного типу $ThMn_{12}$, на основі чого ми робимо висновок про існування сполуки $CrBe_{12}$, яка належить до цього типу. Сполука $CrBe_{12}$ має тетрагональну об'ємноцентровану решітку з $a=7{,}185\pm0{,}020$ kX, $c=4{,}148\pm0{,}010$ kX, $c/a=\frac{1}{\sqrt{3}}=0{,}577$, і 26 атомами в елементарній клітині; 2 атоми Cr розміщені в положеннях (a), 24 атоми Be в положеннях (f), (i) та (j) просторової групи D_{4h}^{17} — *—14/mmm.*

ЛІТЕРАТУРА

1. L. Misch. Strukturbericht, 4, 239 (1938).
2. R. J. Teitel. M. Cohen, J. Metals, 1, 285 (1949).
3. J. V. Florio, R. E. Rundle, A. I. Snow, Acta Cryst., 5, 449 (1952).
4. П. И. Крипякевич, Е. Е. Черкашин, Усп. хим., 19, 361 (1950).
5. П. И. Крипякевич. ДАН СССР, 85, 321 (1952).

Р. Н. ГОЛОВАТЫЙ

О ПРОЧНОСТИ СВЯЗИ ИОНОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРУППОЙ ИОНИТА

Энергия выхода иона из твердой фазы в жидкую определяется характером сил связи иона с функциональной группой ионита. Поэтому изучение прочности связи ионов со смолой непосредственно связано с выяснением природы самой связи. Несмотря на то, что явление ионного обмена открыто давно, единой общепринятой теории до сих пор нет, и ионный обмен рассматривают как адсорбционное явление или как химическую реакцию.

В настоящее время обе теории не имеют достаточного количества экспериментального материала для обоснования своих положений. Причем в подавляющем большинстве работ, посвященных этому вопросу, внимание авторов было сосредоточено на изучении закономерностей механизма вхождения ионов. Мы считаем, что в решении вопроса о природе связи не менее важ-

но иметь опытные данные, которые прямо или косвенно будут характеризовать энергию выхода ионов из смолы.

В настоящем сообщении нами приводятся экспериментальные данные, характеризующие прочность связи некоторых катионов металлов со смолой, полученные путем изучения разрыва их связи с катионитом методом вытеснения ионами водорода.

МЕТОДИКА РАБОТЫ

Для исследования была взята сульфосмола — вофатита-II промышленного изготовления. Образцы в количестве 5 *г* помещались в специально изготовленные колонки, тщательно промывались соляной кислотой, а затем водой до полного отмывания соляной кислоты. Подготовленная таким образом смола заряжалась путем пропускания 40 *мл* 0,05 *N* растворов NH_4Cl, $NaCl$, KCl, $LiNO_3$, $CsCl$, $MgSO_4$, $CaCl_2$, $BaCl_2$, $SrCl_2$, $MnCl_2$, $Al_2(SO_4)_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $CoSO_4$, $NiSO_4$, $ZnSO_4$, $KCr(SO_4)_2$, $CuSO_4$, $CdCl_2$, $Hg(NO_3)_2$, $Pb(NO_3)_2$, $Bi(NO_3)_3$ и $SnCl_2$.

После промывания водой через заряженные образцы пропускали с одинаковой для всех опытов скоростью по 100 *мл* соляной кислоты известной концентрации.

Косвенной мерой, характеризующей прочность связи отдельных катионов, в нашем методе является минимальная концентрация кислоты, при промывании которой наблюдается разрыв связи, т. е. переход катионов в фильтрат. Наличие или отсутствие в фильтрате отмываемого катиона доказывалось качественными реакциями.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве регенерирующего катиона мы избрали ион водорода по тем мотивам, что энергия вхождения иона водорода превышает таковую других ионов. Поэтому для разрыва связи потребуются меньшие концентрации их в регенерирующей жидкости, чем других катионов. В качестве носителя ионов водорода мы взяли соляную кислоту по тем соображениям, что кислота легко улетучивается при выпаривании досуха; с другой стороны, анион хлора не проявляет большой склонности к образованию комплексных соединений с большинством катионов, прочность связи которых мы изучали.

Как известно, химические свойства ионов определяются энергетическими характеристиками, основными из которых являются: ионные потенциалы (частное от деления квадрата заряда на радиус иона — $\frac{z^2}{r}$), которые характеризуют электростатические свойства ионов, и величина электросродства (разность между потенциалом ионизации и теплотой гидратации),

которая характеризует тенденцию иона к образованию ковалентных связей.

Результаты проведенных опытов показали, что изученные катионы по прочности связи с функциональной группой катионита делятся на три группы.

I группа катионитов характеризуется малой прочностью связи. В эту группу входят все однозарядные катиониты с ионным потенциалом, меньшим 2, с электросродством, меньшим 23, и теплотой гидрации не больше 125: $Li^{\cdot}$, $K^{\cdot}$, $Na^{\cdot}$, $Cs^{\cdot}$, NH'_4. Разрыв связи для некоторых из катионитов этой группы наблюдается при промывании 0,0005 N соляной кислотой $NH_4^{\cdot}$ и $Cs^{\cdot}$ для остальных при промывании 0,001 N HCl.

II группа катионов — со средней прочностью связи. Разрыв связи происходит при промывании 0,01 N HCl: $Mg^{\cdot\cdot}$, $Cd^{\cdot\cdot}$, $Sr^{\cdot\cdot}$, $Ba^{\cdot\cdot}$, $Pb^{\cdot\cdot}$, $Mn^{\cdot\cdot}$, $Co^{\cdot\cdot}$, $Ni^{\cdot\cdot}$, $Cu^{\cdot\cdot}$. Величина ионных потенциалов этой группы катионов меньше чем 6, и электросродство не больше 100. Только ионы $Cu^{\cdot\cdot}$, $Pb^{\cdot\cdot}$ и $Cd^{\cdot\cdot}$ имеют электросродство больше 100. Нахождение этих трех ионов во второй группе мы объясняем процессами, происходящими в жидкой фазе или, точнее, химическим взаимодействием этих катионов с анионом хлора.

Исследования по разделению редкоземельных элементов на катионной колонке показали, что при промывании кислотами в разрыве связи принимают участие не только ионы водорода, но и анион кислоты в большей или меньшей степени. В тех случаях, когда образование комплексных соединений между вытесняемым катионом и анионом жидкой фазы исключено, разрыв связи протекает без участия или при минимальной его роли.

Ионы $Cd^{\cdot\cdot}$ и $Pb^{\cdot\cdot}$ образуют с анионом хлора комплексы состава $[CdCl_6]^{-2}$ и $[PdCl_3]^{-}$. Этим, вероятно, и объясняется их принадлежность ко второй группе, в то время как по величине электросродства они должны быть отнесены к третьей группе.

III группа включает двух- и трехзарядные катионы с наиболее прочной связью. Все катионы этой группы характеризуются высоким электросродством (больше 100). По величине ионных потенциалов, которыми характеризуются электростатические свойства ионов, катионы этой группы делятся на две подгруппы:

$$Zn^{\cdot\cdot}, Hg^{\cdot\cdot}, Sn^{\cdot\cdot} \left(\frac{z^2}{r} < 5\right)$$

$$Fe^{\cdot\cdot\cdot}, Cr^{\cdot\cdot\cdot}, Bi^{\cdot\cdot\cdot}, Al^{\cdot\cdot\cdot} \left(\frac{z^2}{r} > 8\right)$$

Разрыв связи наблюдается только при промывании 0,05 N.

Сопоставление прочности связи отдельных катионов с активной группой ($—SO_3H$) с такими химическими характеристи-

ками, как ионный потенциал и электросродство, показывает на существование тесной связи между ними. Наиболее ясно эта связь выступает при сравнении прочности связи с электросродством, т. е. величиной, характеризующей тенденцию иона к образованию ковалентных связей.

Менее ясно выражена связь между электростатической характеристикой катионов и прочностью связи, но и здесь можно говорить, что катионы с высоким потенциалом, как правило, имеют и более прочную связь.

В заключение следует здесь отметить, что в своих обобщениях мы не учитываем пространственной характеристики иона, т. е. структуру электронных оболочек, которая, без сомнения, оказывает влияние на прочность связи. Мы считаем, что качественных данных для такого глубокого анализа совершенно недостаточно.

Полученные данные представляют определенный интерес для аналитической химии в части использования различия в прочности связи для группового и индивидуального разделения металлов.

Е. И. ГЛАДЫШЕВСКИЙ

ВЗАИМНАЯ РАСТВОРИМОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СПЛАВАХ СЕРЕБРА С КАДМИЕМ И ЦИНКОМ

Электронные соединения образуются в сплавах переходных металлов и металлов первой группы периодической системы Д. И. Менделеева — меди, серебра и золота (А-компоненты электронных соединений) с металлами 2—5-основных групп (В-компоненты электронных соединений). Электронные соединения являются промежуточными фазами переменного состава часто с широкими областями однородности. Их составы и свойства определяются в основном электронными концентрациями, характерными для отдельных структурных типов этих соединений; кубические объемноцентрованные β-соединения образуются при электронной концентрации $C_{эл.} = N_{эл.}/N_{ат.} = 3/2$ (где $N_{эл.}$ — число электронов, $N_{ат.}$ — число атомов), для сложных кубических γ — соединений $C_{эл.} = 21/13$, гексагональные ε — соединения характеризуются значением $C_{эл.} = 7/4$. Некоторые исключения в образовании электронных соединений: сдвиг области однородности, наличие гексагональных структур при электронной концентрации $C_{эл.} = 2/3$ и другие могут быть успешно объяснены одновременным действием, наряду с элек-

тронной концентрацией, других факторов (фактора «размера» и электрохимического фактора).

Двойные электронные соединения проявляют способность к растворению третьего компонента. Образующиеся твердые растворы на основе электронных соединений обладают большой протяженностью и нередко переходят в непрерывные твердые растворы между двумя электронными соединениями. Все эти твердые растворы построены по типу замещения. Известные непрерывные твердые растворы между электронными соединениями сведены в таблицу 1.

На основании данных, приведенных в таблице 1, можно найти определенные закономерности, характеризующие образование непрерывных твердых растворов между электронными соединениями. Непрерывные твердые растворы образуются лишь между изоморфными соединениями с одинаковыми электронными концентрациями. Замещающиеся металлы близки по химическим свойствам, как-то: Be и Al, Cu и Ni, Fe и Ni и другие и характеризуются небольшой разностью в размерах атомов: до 17% для кубических соединений и до 11% для гексагональных, что хорошо согласуется с граничными значениями относительной разности в размерах замещающихся атомов при образовании двойных твердых растворов.

Уточнение этих границ и их проверка требуют добавочного экспериментального исследования.

В связи с этим целью настоящей работы было исследовать возможность образования непрерывных твердых растворов между изоструктурными электронными соединениями в тройной системе Ag—Cd—Zn.

В тройной системе Ag—Cd—Zn существуют три пары изоструктурных металлических соединений: AgZn—AgCd (β), Ag_5Zn_8—Ag_5Cd_8 (γ) и $AgZn_3$—$AgCd_3$ (ε) (18). Строение сплавов тройной системы Ag—Cd—Zn еще не исследовано. Взаимная растворимость этих соединений исследовалась нами микроструктурным и рентгеноструктурным методами по разрезам, соединяющим составы, отвечающие теоретическим значениям электронных концентраций при 500 и 400°С.

Сплавы приготовлялись из химически чистых металлов в электрической печи в фарфоровых тиглях под карналлитом. Так как выгорание составляло меньше 0,2% состав сплавов принимался по взятым навескам.

Термическая обработка сплавов, лежащих на разрезах AgZn—AgCd и Ag_5Zn_8—Ag_5Cd_8, заключалась в 100-часовом отжиге при 500° и 150-часовом отжиге при 400°С с последующей закалкой в холодной воде. Сплавы разреза $AgZn_3$—$AgCd_3$ исследовались только при 400°.

Фазовый рентгенанализ проводился методом порошков в цилиндрической камере диаметром 57,3 *мм* на железном неот-

Таблица 1

Непрерывные твердые растворы между электронными соединениями

Металлические соединения, образующие непрерывный твердый раствор		Замещающиеся металлы	Относительная разность в размерах замещающихся атомов*
КУБИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ			
β-электронные соединения, $C_{эл.} = 3/2$			
AgMg — AgZn	(1)	Mg—Zn	14,4
Cu_3Al — CuZn	(2)	Zn—Al (частично Cu)	1,5
— CuBe	(3)	Be—Al »	17,0
— Cu_5Sn	(4)	Al—Sn »	6,4
Cu_5Sn — CuZn	(5)	Zn—Sn »	2,2
Cu_3Al — NiAl	(8)	Cu—Ni (частично Al)	3,8
CuZn — NiZn	(9)	Cu—Ni	3,1
— MnZn	(10)	Cu—Mn	6,5
NiAl — FeAl	(11)	Ni—Fe	1,6
— MnAl	(12)	Ni—Mn	5,3
MnAl — CoAl	(13)	Mn—Co	3,8
FeAl — CoAl	(19)	Fe—Co	0,8
AgZn — CuZn	(20)	Ag—Cu	11,1
γ-электронные соединения, $C_{эл.} = 21/13$			
Cu_5Zn_8 — Cu_9Al_4	(14)	Zn—Al (частично Ag)	1,5
— Ag_5Zn_8	(15)	Cu—Ag	11,1
— Ni_5Zn_{21}	(9)	Cu—Ni (частично Zn)	2,4
ГЕКСАГОНАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ			
ε-электронные соединения			
$AgZn_3$ — Ag_5Al_3	(16)	Zn—Al (частично Ag)	4,5
— $CuZn_3$	(17)	Ag—Cu	11,1
— $MnZn_7$	(17)	Ag—Mn (частично Zn)	4,9
$CuZn_3$ — $MnZn_7$	(17)	Cu—Mn »	6,5
β-электронные соединения			
AgZn (ξ) — Ag_3Ga	(6)	Zn—Ga (частично Ag)	1,5
AgCd (β_1) — Ag_5Sn	(7)	Cd—Sn »	6,6

* Расчет фактора размера проведен по формулам $F = \frac{r_A - r_A'}{r_A} \cdot 100$, или $F = \frac{r_B - r_B'}{r_B} \cdot 100$; где r_A и r_B — радиусы замещающихся атомов большего размера. При одновременном замещении двух атомов фактор размера (F) вычислен из среднего значения их радиусов.

фильтрованном излучении. При изучении микроструктуры протравителями служили разбавленные растворы азотной кислоты.

Полученные результаты сведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, при 500° существует непрерывный твердый раствор между β-электронными соединениями AgZn—AgCd. При понижении температуры до 400° кубическое соединение AgCd(β) превращается в гексагональное AgCd(β_1) (18). Вместо непрерывного твердого раствора появляется ограниченный твердый раствор Cd в AgZn, обладающий значительной протяженностью ($\approx$30 ат. % Cd). Растворимость Zn в гексагональном соединении AgCd (β_1) значительно меньше.

Между металлическими соединениями Ag_5Zn_8—Ag_5Cd_8 существует непрерывный твердый раствор при обеих исследованных температурах.

Наличие непрерывных твердых растворов между кубическими электронными соединениями в системе Ag—Cd—Zn было подтверждено измерением периодов идентичности (таблица 2).

Плавное изменение периодов идентичности подтверждает наличие непрерывного твердого раствора между β и γ -электронными соединениями в системе Ag—Cd—Zn.

Все сплавы разреза $AgZn_3$—$AgCd_3$, за исключением соединений $AgZn_3$ и $AgCd_3$, неоднородны. Непрерывный твердый раствор между этими соединениями отсутствует, несмотря на широкие области однородности этих соединений в двойных системах.

Результаты, полученные при исследовании взаимной растворимости металлических соединений в тройной системе Ag—Cd—Zn, укладываются в закономерности, найденные на основе литературного обзора. Близость химических свойств цинка и кадмия и небольшая разность в размерах их атомов (F = 10,0%) способствует образованию непрерывных твердых растворов между кубическими соединениями.

Отсутствие непрерывных твердых растворов между гексагональными соединениями $AgZn_3$ и $AgCd_3$ при разности в размерах атомов меньшей, чем для известного непрерывного ряда $AgZn_3$—$CuZn_3$ (F = 11,1%), объясняется большим содержанием замещающихся атомов (75 ат. %) в отличие от небольшого их содержания в $AgZn_3$ и $CuZn_3$ (25 ат. %).

ЛИТЕРАТУРА

1. G. V. Raynor, R. A. Smith, J. Inst. Metals, 76, № 4, 389 (1949, XII).
2. O. Bauer, M. Hansen. Z. Metallkunde, 24, 1, 73 (1932).
3. Ю. А. Амстердамский. «Металлург» № 11, 90 (1936).
4. Н. А. Филип, Л. Л. Иохель. «Металлург» 13, № 12, 81 (1938).

Таблица 2

Фазовый состав исследованных сплавов в системе Ag—Cd—Zn

№ сплава	Состав в ат. %			Микроструктура		Рентгеноструктура		
						500°C		400°C
	Ag	Cd	Zn	500° C	400° C	фазовый состав	период иден-тичн. Å	фазовый состав
	Сплавы разреза AgZn — AgCd							
1	50	—	50	однородная	однородная	AgZn	3,151	AgZn
2	50	10	40	»	»	AgZn(Cd)	3,175	AgZn (Cd)
3	50	20	30	»	»	»	3,228	»
4	50	30	20	»	»	»	3,280	»
5	50	40	10	»	неоднородная	»	3,302	AgZn (Cd) + AgCd (β_1)
6	50	50	—	»	однородная	AgCd (β)	3,328	AgCd (β_1)
	Сплавы разреза Ag_5Zn_8 — Ag_5Cd_8							
1	38,4	0	61,6	однородная	однородная	Ag_5Zn_8	9,31	Ag_5Zn_8
2	38,4	15,4	46,2	»	»	Ag_5Zn_8 (Cd)	9,48	Ag_5Zn_8 (Cd)
3	38,4	30,8	30,8	»	»	»	9,64	»
4	38,4	46,2	15,4	»	»	»	9,79	»
5	38,4	61,6	0	»	»	Ag_5Cd_8	9,92	Ag_5Cd_8
	Сплавы разреза $AgZn_3$ — $AgCd_3$							
1	25	0	75	—	однородная	—	—	$AgZn_3$
2	25	20	55	—	неоднородная	—	—	$AgZn_3$ + $AgCd_3$
3	25	37,5	37,5	—	»	—	—	»
4	25	55,0	20	—	»	—	—	»
5	25	75	0	—	однородная	—	—	$AgCd_3$

5. O. Bauer, M. Hansen. Z. Metallkunde, **22**, 405 (1930).
6. Strukturbericht, **7**, 199 (1943).
7. K. Moeller. Z. Metallkunde, **34**, 171 (1942).
8. W. Köster и др., Z. Metallkunde, **39**, 225 (1948).
9. Strukturbericht, **4**, 241 (1938).
10. T. Graham и др., J. Metals, **1**, 46 (1949).
11. Strukturbericht, 6, 167 (1941).
12. W. Köster u. E. Gebhardt. Z. Metallkunde, **30**, 291 (1938).
13. W. Köster u. E. Gebhardt. Z. Metallkunde, **30**, 281 (1938).
14. W. Köster, K. Moeller. Z. Metallkunde, **33**, 278 (1941).
15. K. Moeller. Naturwissenschaften, **27**, 167 (1939).
16. E. Gebhardt. Z. Metallkunde, **32**, 407 (1941).
17. K. Moeller. Z. Metallkunde, **35**, 27 (1943).
18. М. Хансен. Структуры бинарных сплавов, т. 1, Металлургиздат, М.-Л. (1941).
19. Иванов, Скрябина. Изв. АН СССР, ОХН, № 3, 242 (1949).
20. K. M. Weigert. J. Metals, **6**, 233 (1954).

А. И. ЮРЖЕНКО и В. Д. ЕНАЛЬЕВ

К ВОПРОСУ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ГИДРОПЕРЕКИСЕЙ С СОЛЯМИ ЗАКИСНОГО ЖЕЛЕЗА

Изучение взаимодействия между перекисными соединениями и различными восстановителями имеет большое практическое значение, так как эти реакционные системы, с одной стороны, близки к природным окислительно-восстановительным биохимическим системам и, с другой стороны, являются мощными генераторами свободных радикалов для инициирования цепных процессов, например полимеризации (1, 2, 3).

Однако до настоящего времени кинетика разложения перекисных органических соединений в присутствии восстановителей сравнительно мало изучена.

Целью настоящего исследования было выяснить характер взаимодействия между органическими гидроперекисями и солями закисного железа, а также влияние на скорость этой реакции природы гидроперекиси и некоторых добавок (Na_2CO_3 и H_2SO_4).

Исследование скорости реакции производилось при комнатной температуре с тремя органическими гидроперекисями — гидроперекисью изопропилбензола (в дальнейшем обозначается ГПИ), гидроперекисью *p*-третичнобутилизопропилбензола (ГПБИ) и с гидроперекисью 1,1-дифенилэтана (ГДЭ). ГПИ содержала основного вещества 99,5%; ГДЭ содержала 100% активного продукта и ГПБИ—74% чистой гидроперекиси. С ГПИ опыты производились как в гомогенном водном раство-

ре, так и в гетерогенной системе, состоящей из водной фазы и раствора гидроперекиси в бензоле. С двумя последними гидроперекисями вследствие их малой растворимости в воде опыты производились только в гетерогенной системе. Соли железа вводились в виде водных растворов в кислой и нейтральной среде, а также в виде железопирофосфатного комплекса в нейтральной и щелочной среде. Все опыты производились в атмосфере азота, освобожденного от примеси кислорода.

Изучение взаимодействия ГПИ с солями закисного железа производилось по методике и в аппарате, предложенном Кольтгофом и Медалиа (4). В гетерогенной системе исследования производились в запаянных ампулах. Концентрации гидроперекисей в ходе реакции определялись иодометрически — для малых концентраций по методу Кокатнура и Иеллинга (5), для более концентрированных растворов — по методу Т. И. Юрженко (6). Содержание Fe^{++} определялось титрованием 0,001 *N* раствором сульфата церия (Ce^{IV}) для малых концентраций и 0,01 *N* раствором $K_2Cr_2O_7$ для более концентрированных растворов.

Опыты, проведенные в гомогенной системе, показали, что взаимодействие ГПИ с Fe^{++} в истинном растворе протекает крайне быстро — за несколько десятков секунд гидроперекись почти полностью исчерпывается. В этих опытах наблюдается очень большой индуцированный распад гидроперекиси — молярное отношение прореагировавшей ГПИ к количеству окисленного железа колеблется в пределах от 7 до 22. Кольтгоф, Медалиа (7) и Караш (8), также отмечавшие отклонения от стехиометрического соотношения, приводят меньшие значения индуцированного распада гидроперекиси, что, очевидно, связано с меньшей чистотой образцов ГПИ, с которыми работали эти авторы.

При проведении реакции в гетерогенной системе (как без эмульгирования, так и в эмульсии) общим для всех случаев является значительное уменьшение скорости взаимодействия по сравнению со скоростью, наблюдаемой в гомогенном растворе. Индуцированный распад также снижается при проведении реакции в гетерогенной среде. Эти явления естественно связывать с протеканием в гетерогенной системе относительно медленного процесса диффузии гидроперекиси из углеводородной фазы в водную.

Содержание серной кислоты оказывает довольно существенное влияние на скорость реакции между Fe^{++} и ГПИ — при уменьшении pH водной фазы реакция ускоряется.

С целью выяснить сравнительную активность гидроперекисей в реакции с ионом Fe^{++} нами были проведены несколько серий опытов с этими гидроперекисями. В аналогичных условиях скорость взаимодействия соли железа с гидроперекисью была тем больше, чем больше растворимость применяемой гидро-

перекиси — наиболее активной оказалась ГПИ, несколько менее активна ГПБИ и наименьшая скорость взаимодействия наблюдалась при применении ГДЭ. (Растворимость этих гидроперекисей в воде: ГПИ—$8{,}79 \cdot 10^{-2}$ *гмоль/л*; ГПБИ—$5{,}25 \cdot 10^{-4}$ *гмоль/л* и ГДЭ—$3{,}75 \cdot 10^{-4}$ *гмоль/л*).

При рассмотрении кинетики взаимодействия каждой из гидроперекисей с закисным железом в различных условиях видно, что на реакцию ускоряюще действуют те факторы, которые благоприятствуют переходу гидроперекиси в водную фазу. Так, в эмульсии скорость реакции выше, чем при перемешивании каждой из фаз, но без эмульгирования. Это объясняется наличием в эмульсии более развитой поверхности раздела фаз.

Добавление в реакционную систему углекислого натрия увеличивает скорость взаимодействия, что связано с переходом гидроперекиси в водную фазу в виде ее соли (9). Введение железа в виде пирофосфатного комплекса понижает скорость реакции между перекисью и железом, поскольку концентрация иона Fe^{++} в этом случае резко снижается.

Эти данные свидетельствуют, что во всех исследованных условиях реакция происходит в водной фазе.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. Bacon. Trans. Faraday. Soc., 42, 140 (1946).
2. У. Уотерс. Химия свободных радикалов. ИЛ (1948).
3. Н. Н Семенов. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. Изд. АН СССР (1954).
4. I. M. Kolthoff, A. I. Medalia. J. Am. Chem., Soc., 71, 3777 (1949).
5. V. R. Kokatnur, M. Jelling. J. Am. Chem. Soc., 63, 1432 (1941).
6. Т. И. Юрженко. Докторская диссертация. Львов (1952).
7. I. M. Kolthoff, A. I. Medalia. J. Am. Chem, Soc., 71, 3789 (1949).
8. M. S. Kharasch, A. Fono. W. Nudenberg. J. Org. Chem., 15, 748 (1950); Ibid., 15, 763 (1950).
9. А. И. Юрженко, В. Д. Енальев. Ученые записки Львовского университета им. Ив. Франко, вып. 4, серия химическая, т. XXXIV, стр. 45 (1955).

Р. В. КУЧЕР

ВПЛИВ ПРИРОДИ РОЗЧИНЮВАНОЇ РІДИНИ НА КОЛОЇДНУ РОЗЧИННІСТЬ В РОЗЧИНАХ НЕКАЛЮ

Колоїдна (спряжена) розчинність олеофільних речовин у водних розчинах мил та милоподібних відіграє значну роль у ряді важливих процесів, як всмоктування жирів організмом,

миюча дія тощо (1). В роботах О. І. Юрженка було переконливо показано, що колоїдна розчинність мономерів у водних розчинах мил грає істотну роль при протіканні процесу емульсійної полімеризації (2). Дуже правдоподібно, що колоїдна розчинність має важливе значення також і при інших процесах, які можуть відбуватися в емульсійних системах (наприклад, автоокислення вуглеводнів).

Тому цілком зрозуміло, що всебічне вивчення колоїдної розчинності є цікавим як з чисто теоретичного, так і практичного боку.

Не дивлячись на те, на сьогодні ще немає повної теорії колоїдної розчинності. Більшість робіт різних авторів присвячена дослідженню колоїдної розчинності олеофільних (неполярних) речовин в водних розчинах поверхнево-активних агентів (3). В цей самий час питання про вплив природи розчинюваної речовини на колоїдну розчинність в літературі значно менше висвітлене. Взагалі, необхідно відмітити, що систематичного дослідження в цьому напрямі до цього часу не проводилось.

Дана робота є продовженням вивчення колоїдної розчинності в розчинах некалю в зв'язку з утворенням міцел (4,5), причому досліджується перш за все вплив природи (полярності) олеофільної речовини на значення спряженої розчинності.

Нам здається, що таке дослідження зможе до певної міри пролити світло на саму природу колоїдної розчинності в розчинах некалю.

Для дослідження ми брали технічний некаль (середнього хімічного складу — натрієва сіль дибутилнафталінсульфокислоти), який очищувався від домішок неорганічних солей шляхом 2—3-кратної перекристалізації з абсолютного спирту. В розчинах некалю ми розчинювали такі олеофільні рідини: бензол, толуол, *п*-ксилол, октан, нітробензол, анілін та *н*-амиловий спирт. Розчинення проводилось шляхом безперервного збовтування розчину некалю, вміщеного в скляну ампулу, з даною рідиною (10—35% по об'єму) в повітряному термостаті при температурі 25° протягом 10—12 годин. Частинний перехід некалю в олеофазу не враховувався.

Визначення колоїдної розчинності ми проводили рефрактометричним методом, що був в свій час запропонований О. І. Юрженком (2), за допомогою прецизійного рефрактометра РПЛ.

З одержаних даних видно, що в ряді трьох вуглеводнів (бензол, толуол, *п*-ксилол) не спостерігається прямолінійної залежності між колоїдною розчинністю та концентрацією мила. Зростання спряженої розчинності названих вуглеводнів є більш різьке при низьких концентраціях некалю (приблизно

до 1,5—2,5%). При концентрації мила 2% розчинність бензолу дорівнює 1,4, толуолу—1,5, ксилолу—1,2 *г*/100 *мл*. При дальшому збільшенні концентрації некалю зростання розчинності вуглеводнів значно зменшується. Це явище спостерігається при вищій концентрації некалю для бензолу, ніж для толуолу, а крива розчинення ксилолу заломлюється при найнижчій концентрації.

З одержаних даних можна зробити деякі висновки про вплив величини молекул вуглеводню (збільшення кількості груп CH_3) на значення колоїдної розчинності. Так, особливо у випадку більш високих концентрацій мила, бензол має найбільшу розчинність, толуол—меншу, а ксилол—ще меншу. Таку закономірність можна, мабуть, пояснити, враховуючи величину молекул розчинюваної речовини, з одного боку, та структуру міцел мила, з другого боку. Якщо допустити, що при вищих концентраціях мила у водних розчинах є значна кількість пластинчатих міцел, то згідно з Мак Беном (3), вуглеводень проникає між гідрофобні частини таких орієнтованих роїв молекул мила, викликаючи розсування шарів міцели, що приводить до збільшення міжплощинної віддалі (6). Останнє може відбуватись тільки до певної границі. Тому зі зменшенням молекули вуглеводню більша кількість його молекул може розчинюватись в гідрофобній частині міцел. Згадаємо, що одержані нами наслідки повністю узгоджуються з результатами Клевенса (7), який показав, що із зростанням величини молекул зменшується колоїдна розчинність даної речовини.

У випадку представника вуглеводнів жирного ряду — октану картина розчинності якісно дуже подібна до ароматичних вуглеводнів.

При концентрації некалю порядку 2%, значення розчинності таке, як у ксилола, а зі збільшенням концентрації мила значно підвищується.

Що стосується колоїдної розчинності полярних водонерозчинних речовин у водних розчинах некалю, то, починаючи з концентрації мила 1,5%, розчинність аніліну зростає в значно більшій мірі, ніж це має місце у випадку нітробензолу. Останній же розчиняється до концентрації мила 5% в кількості, близькій до вуглеводнів (1,5%).

Амиловий спирт має значно більшу колоїдну розчинність в порівнянні з іншими рідинами. Це можна пояснити, зважаючи на природу молекул спирту, які складаються з полярної групи та вуглеводневого ланцюга («хвоста»). Зовсім вірно допустити в цьому випадку другий механізм розчинення, а саме — з утворенням «змішаних міцел», тобто з орієнтацією молекул спирту паралельно молекулам мила в пластинчатих міцелах (8).

Резюмуючи результати дослідження впливу природи розчинюваної речовини на величину колоїдної розчинності в водних розчинах некалю, необхідно відмітити, що розчинність визначається не стільки полярністю розчинюваної речовини, скільки будовою її молекул. Так, не дивлячись на те, що амиловий спирт має значно менший дипольний момент, ніж нітробензол, останній розчиняється значно гірше.

Таким чином, вирішальний вплив на значення розчинності має природа гідрофобної частини молекул розчинюваної речовини.

Літературні дані про колоїдну розчинність води в неводних розчинах мил і милоподібних дуже обмежені, а систематичні дослідження в цьому напрямі зараз майже зовсім не проводяться.

Одначе подібні дані для неводних розчинів некалю в літературі відсутні. Виходячи з цього, ми провели дослідження розчинності води в бензольних та нітробензольних розчинах некалю. Такий вибір розчинників зумовлювався різною їх полярністю.

У випадку обох розчинників ми спостерігаємо збільшення розчинності води зі збільшенням концентрації некалю. Однак хід кривих різний. Перша з них (розчинник — бензол) в деякій мірі нагадує картину розчинності полярних рідин у водних розчинах некалю. При розчиненні води в нітробензольних розчинах крива розчинності нагадує скоріше криві розчинення неполярних вуглеводнів у водних розчинах некалю. Таким чином, можна допустити, що в обох випадках маємо різний механізм розчинення. Цей різний механізм розчинення може бути в деякій мірі зв'язаний з різною будовою міцел некалю в полярних та неполярних рідинах. Точніше та більш впевнено можна буде дати відповідь на це питання, проводячи рентгенографічне дослідження різних розчинів, що буде нами зроблено в дальших роботах.

ЛІТЕРАТУРА

1. H. B. Klevens. Chem. Rev., 47, 1 (1950).
2. А. И. Юрженко. ЖОХ, 16, 1171 (1946).
3. J. W. McBain. Advances in colloid Sci. 1, 99 (1942).
4. А. И. Юрженко и Р. В. Кучер. ДАН, 85, 1337 (1952).
5. А. И. Юрженко и Р. В. Кучер. Колл. журн., 13, 226 (1951).
6. R. Stearns, H. Oppenheimer, E. Simon a. W. Harkins J. Chem. Phys., 15, 496 (1947).
7. H. B. Klevens. J. Phys. colloid. Chem., 54, 283 (1950).
8. W. D. Harkins, J. Chem Phys., 15, 763 (1947).

В. Д. ЕНАЛЬЕВ, Р. В. КУЧЕР, А. И. ЮРЖЕНКО

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОПЕРЕКИСЕЙ МЕЖДУ ФАЗАМИ НА СКОРОСТЬ НЕКОТОРЫХ РЕАКЦИЙ В ЭМУЛЬСИЯХ

При изучении многих процессов, протекающих в эмульсионных системах, часто возникает вопрос о распределении органических гидроперекисей между углеводородной и водной фазами (эмульсионная полимеризация, окисление углеводородов в эмульсиях). Однако в произведенных до настоящего времени работах либо просто определены растворимости гидроперекисей в воде и углеводородах, либо проведено определение коэффициента распределения гидроперекисей между фазами при их совместном присутствии, но без эмульгатора. Между тем наличие эмульгирующего агента может в значительной степени изменить характер распределения олео- и олеоводорастворимых гидроперекисей.

В целях выяснения распределения гидроперекисей изопропилбензола (в дальнейшем обозначаемой ГПИ) и *р*-третичнобутилизопропилбензола (ГПБИ) между углеводородной и водной фазами в присутствии эмульгатора нами было предпринято настоящее исследование.

Образец ГПИ был взят 99,5% чистоты (иодометрически). Содержание ГПБИ в образце было равно 84%. В качестве эмульгаторов применялись некаль и пальмитат калия. Для очистки от солей некаль дважды перекристаллизовывался из этилового спирта. Пальмитат калия взят химически чистый.

Опыты производились при температурах 20 и 80°С. Углеводородная фаза приготавливалась растворением соответствующей гидроперекиси в очищенном бензоле или изопропилбензоле. Исходная концентрация гидроперекиси в углеводородной фазе была $\sim$0,03 *м*. Водная фаза представляла собой растворы эмульгаторов различных концентраций. В некоторых случаях в водную фазу вводился углекислый натрий в количестве 0,1 *гэкв/л*. В ампулу помещалось 5 *мл* водной фазы, затем наслаивалось 5 *мл* углеводородной фазы. Ампула запаивалась и взбалтывалась в вибрационной мешалке в течение получаса, после чего содержимое ампулы центрифугировалось для расслоения эмульсии, и пробы из отдельных фаз (по 1 *мл*) анализировались на содержание гидроперекиси иодометрически по методу Кокатнура и Иеллинга (1).

Распределение характеризовалось отношением концентрации гидроперекиси в водной фазе к концентрации гидроперекиси в углеводородной фазе:

$$K = \frac{C_в}{C_у}.$$

Таблица 1

Распределение ГПИ и ГПБИ между бензолом и водными растворами некаля при 20°С

Концентрация некаля (в процентах)	K для ГПИ	K для ГПБИ	K для ГПИ	K для ГПБИ
			в присутствии Na_2CO_3	
0,25	0,067	0,035	0,025	0,026
0,5	0,078	0,041	0,038	—
1,0	0,100	0,049	0,080	0,036
2,0	0,152	0,064	0,121	0.046
4,0	0,272	0,089	0,198	0,060
8,0	—	0,142	—	0,071

При рассмотрении экспериментальных данных видно, что коэффициент распределения увеличивается почти линейно с возрастанием концентрации некаля, т. е. увеличение концентрации эмульгатора способствует переходу гидроперекиси в водную фазу. Причем численное значение для ГПИ больше, чем для ГПБИ, при прочих равных условиях. Введение в водную фазу углекислого натрия уменьшает коэффициент распределения гидроперекисей.

Скорость эмульсионной полимеризации пропорциональна, с одной стороны, количеству образовавшихся в результате распада перекиси первичных свободных радикалов $[R]$ и количеству возможных мест полимеризации — мицелл эмульгатора или мономерно-полимерных частиц (m), с другой, т. е.

$$V_{пол.} = K' \cdot [R] \cdot |m|.$$

При возрастании концентрации гидроперекиси $[ГП]_b$ в водной фазе увеличивается количество первичных свободных радикалов $[R]_b$, поскольку

$$[R]_b = K'' \cdot [ГП]_b.$$

Количество мицелл эмульгатора, насыщенных мономером, также возрастает с увеличением концентрации эмульгатора. Вследствие этого и происходит увеличение скорости полимеризационного процесса с ростом концентрации эмульгатора, как это было показано целым рядом работ.

Повышение pH водной фазы эмульсии путем введения соды уменьшает коэффициент распределения, т. е. понижает содержание гидроперекиси в водной фазе. Влияние этого фактора, казалось бы, должно привести к уменьшению скорости полимеризации, т. к. оно ведет к уменьшению концент-

рации первичных свободных радикалов в водной фазе $[R]_b$. Однако, с другой стороны, увеличение pH вызывает увеличение размеров мицелл некаля, увеличение сопряженной растворимости полимеризующегося углеводорода, расширяя, таким образом, зону реакции. Кроме того, как показано нами, распад гидроперекисей, в щелочной среде идет без образования продуктов фенольного характера, являющихся ингибиторами полимеризации вследствие своей способности дезактивировать свободные радикалы. В результате повышение pH приводит к увеличению скорости полимеризации (2). Вышеизложенные положения подтверждаются еще и тем обстоятельством, что молекулярный вес полимеров возрастает при увеличении pH (3) симбатно скорости полимеризации. Уменьшение содержания фенольных соединений увеличивает время жизни свободных радикалов, способствует образованию более длинных полимерных цепей.

Данные по распределению ГПИ между водными растворами эмульгаторов и изопропилбензолом, углеводородом, из которого ГПИ получается путем самоокисления, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Распределение ГПИ между изопропилбензолом и 0,1 *N* раствором Na_2CO_3 в присутствии эмульгаторов

Концентрация эмульгатора (в процентах)	Эмульгатор — некаль		Эмульгатор — пальмитат калия
	K 20° С	*K* 80° С	*K* 20° С
1,0	0,062	0,055	0,104
2,0	0,168	0,081	0,222
3,0	0,205	0,094	0,325
5,0	0,283	0,144	—

Как для бензола, так и для изопропилбензола *K* увеличивается с возрастанием концентрации эмульгатора. Данное явление, по-видимому, играет существенную роль при самоокислении углеводородов в эмульсиях. Как это показано нами, скорость эмульсионного окисления изопропилбензола значительно возрастает по сравнению с самоокислением в конденсированной фазе; одновременно наблюдается увеличение предельного выхода образующейся при этом гидроперекиси. Объяснение этому можно дать, если учесть, что первоначальное образование, а также и распад (дальнейшее инициирование) происходит в водной фазе. Образовавшаяся гидроперекись пе-

реходит в дальнейшем в углеводородную фазу, вследствие ее ограниченной растворимости в воде. Таким образом, увеличение содержания гидроперекисей в водной фазе способствует ускорению химических процессов, протекающих в эмульсионных системах.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. Kokatnur, M. Jelling. J. Am. Chem. Soc., 63, 1432 (1941).
2. А. И. Юрженко, Н. С. Цветков. ДАН СССР, 85, 1099 (1952).
3. А. И. Юрженко, Н. С. Цветков. Колл. журн., 15, 136 (1953).

А. И. ЮРЖЕНКО, И. И. МАЛЕЕВ

ИЗУЧЕНИЕ АДСОРБЦИИ ВЫСОКОПОЛИМЕРОВ НА САЖЕ

В литературе имеется большое число работ, посвященных изучению структурно-механических и тиксотропных свойств систем, состоящих из смеси каучука с различного рода наполнителями (1,2).

В последнее время увеличился интерес также к адсорбции высокополимеров из разбавленных растворов, где основные закономерности должны проявляться в наиболее простом виде. В работах Кольттофа с сотрудниками (3, 4, 5) приводятся основные закономерности, наблюдающиеся при статической адсорбции бутадиенстирольного каучука на различных сортах сажи, в которых было показано, что молекулярный вес полимера мало влияет на равновесное значение адсорбции. Кроме того, в этой и других работах (6) отмечается некоторая необратимость адсорбции исследуемых полимеров.

В предыдущем сообщении (7) нами было показано, что адсорбция полистирола зависит от молекулярного веса исследуемого образца, а также его фракций. При исследовании скорости адсорбции полистирола из различных растворителей время, при котором наблюдается полная адсорбция полистирола из раствора, оказалось большим в случае применения хороших растворителей.

Исключением из этой зависимости являются толуольные и ксилольные растворы полистирола, которые, обладая меньшей исходной относительной вязкостью, дают большие значения времени, необходимого для полного выделения полимера из раствора.

Интересно было более детально исследовать влияние раст-

ворителей и природы полимера на скорость адсорбции высокомолекулярных веществ из раствора.

Кроме того, в настоящее время большое внимание уделяется характеру взаимодействия сажи с полимером как в сажекаучуковых смесях, так и в растворе (8). В связи с этим интересно было проследить влияние инициатора на характер взаимодействия сажи и ненасыщенных полимерных молекул в растворах низкой концентрации.

При исследовании адсорбции применялась методика, описанная в предыдущем сообщении (7). В качестве объектов исследования были избраны образцы полистирола, полиметилметакрилата и полиметилакрилата приблизительно одинаковой характеристической вязкости в бензоле. В качестве растворителей использовались бензол, толуол и *м*-ксилол, перегнанные над металлическим натрием. Все опыты проводились на саже Ухтинского завода, удельная поверхность которой равнялась 220,6 $м^2/г$. Полученные данные показывают, что в случае адсорбции полиметилметакрилата и полиметилакрилата из толуольных растворов время, при котором наблюдается полное удаление веществ из раствора, значительно ниже, чем при адсорбции из бензольных растворов. В *м*-ксилоле образцы полиметилметакрилата и полиметилакрилата оказались нерастворимыми.

Таким образом, в противоположность полистиролу, при адсорбции полиметилметакрилата и полиметилакрилата наблюдается закономерное повышение скорости адсорбции с понижением «качества» растворителя.

Кроме этого, были проведены опыты по адсорбции каучука СКС-30 из бензольного раствора при 100°С без инициатора и с инициатором. В качестве инициатора использовалась гидроперекись кумола. Опыты проводились в запаянных ампулах, в которые помещалось 0,5 *г* сажи и 15 *мл* 0,2-проц. раствора каучука, причем в одной серии опытов добавлялось 0,5% инициатора.

Ампулы помещались в термостат при температуре кипения воды и перемешивались аппаратом для встряхивания, имевшим выносное приспособление для крепления ампулы. Через определенные промежутки времени ампулы охлаждались и центрифугировались, после чего определялась относительная вязкость растворов. Количество неадсорбированного полимера как в первом, так и во втором случае определялось методом сухого остатка. Полученные данные приведены в таблице на стр. 206.

Эти результаты показывают, что в присутствии инициатора процесс взаимодействия сажи с каучуком происходит несколько быстрее и более полно, так как большие количества полимера связываются с сажей.

Время адсорбции (в мин.)	Раствор СКС - 30 без инициатора		Раствор СКС - 30 с инициатором	
	η отн.	количество полимера адсорб. 1 *г* сажи (в *г*)	η отн.	количество полимера адсорб. 1 *г* сажи (в *г*)
0	1,80	—	1,80	—
30	1,44	—	1,21	—
60	1,21	0,0376	1,06	0,0592

Таким образом, эффект усиления, имеющий место в каучуковых смесях, очевидно, объясняется не только явлением физической адсорбции, но также химическим взаимодействием полимерных молекул с сажевыми частицами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каучук и резина. Сборник. ИЛ (1952).
2. L. Mullius. J. Phys. Coll. Chem., **54**, 239 (1950).
3. I. M. Kolthoff, R. G. Gutmacher, A. Kahn. J. Phys, Coll. Chem., 55, 1240 (1951).
4. I. M. Kolthoff, A Kahn. J. Phys. Coll. Chem., **55**, 251 (1951)
5. I. M. Kolthoff, R. G. Gutmacher. J. Phys. Chem., **56**, 740 (1952).
6. G. Krans, J. Dugone. Ind. Eng. Chem., 47, 1809 (1955).
7. А. И. Юрженко, И. И. Малеев. ДАН СССР, 103, 1057 (1955)
8. K. Doak, G. Genzhorn, B. Barton. Canad. J. Technol., **33**, 98 (1955).

Т. С. ЮРЖЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ЭМУЛЬСИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ СТИРОЛА ПРИ РАЗЛИЧНОМ СОДЕРЖАНИИ МОНОМЕРА В ИСХОДНОЙ ЭМУЛЬСИИ

Ранее было показано (1), что зависимость скорости полимеризации непредельного углеводорода в эмульсии от содержания мономера имеет следующее выражение:

$$\left(\frac{dm}{dt}\right) = \frac{K\,|M|_o}{\frac{k\delta}{DS} + 1},$$

где $|M|_o$—концентрация мономера в водной фазе в момент ее насыщения, определяемая в основном солюбилизационной

способностью эмульгатора; S — поверхность раздела мономер/водная фаза на единицу объема водной фазы; δ — толщина адсорбционного слоя на поверхности капель мономера; $Д$ — коэффициент диффузии мономера в водную фазу.

При полимеризации бутадиена—1,3 при относительном объеме мономера в исходной эмульсии μ от 0,75 до 0,11 А. И. Юрженко и Т. С. Юрженко (1) нашли, что скорость полимеризации, отнесенная к единице объема водной фазы, не зависит от содержания мономера в исходной эмульсии. Отсюда следовало, что в данном случае $\frac{K\delta}{DS} \ll 1$, и, значит, скорость реакции была нулевого порядка по мономеру.

Дальнейшее уменьшение содержания мономера в эмульсии приводит к уменьшению S, благодаря чему член $\frac{K\delta}{DS}$ в приведенном выше соотношении становится соизмеримым с единицей, и таким образом скорость полимеризации, отнесенная к единице объема водной фазы, должна зависеть от содержания мономера в эмульсии.

Представляло интерес определить эту область значений μ, что важно как для разработки теории эмульсионной полимеризации, так и при практическом использовании этого способа для синтеза высокополимеров. Это и было целью данного исследования.

Полимеризация мономера (стирола) в эмульсии проводилась в присутствии персульфата калия в качестве инициатора. Эмульгатором служил некаль (Na — соль дибутилнафталинсульфокислоты), взятый в концентрации 1% на водную фазу; температура полимеризации была 45°.

Процент заполимеризованного мономера находился по сокращению объема системы при полимеризации, так как опыты проводились в специальном дилатометре с магнитной мешалкой.

Поскольку процент заполимеризованного мономера S_o менялся со временем t линейно, то скорость полимеризации $\Delta|M|/\Delta t$, рассчитанная из $\Delta S_o/\Delta t$, являлась одновременно и константой скорости полимеризационного процесса. Скорость полимеризации, отнесенная к единице объема водной фазы, представляла собой $\frac{\Delta|M|/\Delta t}{\gamma}$, где γ — относительный объем водной фазы в эмульсии мономера.

Скорость реакции инициирования процесса полимеризации можно было оценить из соотношения $\frac{\Delta|M|/\Delta t}{P}$, (2), где P — степень полимеризации, равная отношению молекулярного веса полимера и мономера.

Конечные результаты опытов суммированы в таблице.

Полимеризация стирола в эмульсии при различном соотношении фаз $C_{мех.} = 1\%$, $t = 45°$

Соотнош. фаз	$C_{k_2S_2O_8} = 0{,}2\%$				$C_{k_2S_2O_8} = 0{,}4\%$				$C_{k_2S_2O_8} = 0{,}6\%$			
	$\frac{\Delta\lvert M\rvert}{\Delta t}\cdot 10^{-3}$	$\frac{\Delta\lvert M\rvert/\Delta t}{\gamma}\cdot 10^{-3}$	$\frac{\Delta\lvert M\rvert/\Delta t}{P}\cdot 10^{-6}$	$\frac{\Delta\lvert M\rvert/\Delta t}{P\cdot\gamma}\cdot 10^{-6}$	$\frac{\Delta\lvert M\rvert}{\Delta t}\cdot 10^{-3}$	$\frac{\Delta\lvert M\rvert/\Delta t}{\gamma}\cdot 10^{-3}$	$\frac{\Delta\lvert M\rvert/\Delta t}{P}\cdot 10^{-6}$	$\frac{\Delta\lvert M\rvert/\Delta t}{P\cdot\gamma}\cdot 10^{-6}$	$\frac{\Delta\lvert M\rvert}{\Delta t}\cdot 10^{-3}$	$\frac{\Delta\lvert M\rvert/\Delta t}{\gamma}\cdot 10^{-3}$	$\frac{\Delta\lvert M\rvert/\Delta t}{P}\cdot 10^{-6}$	$\frac{\Delta\lvert M\rvert/\Delta t}{P\cdot\gamma}\cdot 10^{-6}$
1 : 115	—	—	—	—	4,6	4,6	1,4	1,4	—	—	—	—
1 : 100	—	—	—	—	4,8	4,8	2,2	2,3	4,3	4,4	2,8	2,8
1 : 85	4,9	4,9	2,1	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—
1 : 50	5,0	5,1	2,0	2,1	6,1	6,2	3,2	3,3	6,2	6,3	3,2	3,3
1 : 25	6,6	6,9	2,3	2,4	8,0	8,3	3,7	3,9	8,4	8,8	5,0	5,2
1 : 15	—	—	—	—	8,7	8,9	3,4	3,5	—	—	—	—
1 : 13	7,0	7,2	2,4	2,6	8,2	8,8	3,2	3,4	8,1	8,7	5,8	6,2
1 : 9	6,3	7,0	2,3	2,6	8,4	8,8	3,8	4,0	8,4	8,8	5,6	5,9
1 : 6	6,2	6,9	—	—	8,3	8,9	—	—	7,8	8,6	5,0	5,4

* Скорость во всех случаях выражена в *моль/л/час*.

Из таблицы видно, что скорость полимеризации стирола, отнесенная к единице объема водной фазы, изменяется весьма незначительно при изменении соотношения фаз мономер/водная фаза от 1 : 6 до 1 : 25 (включительно). Эти изменения лежат в пределах воспроизводимости опытов. Таким образом, в этом диапазоне соотношений фаз диффузия мономера в водную фазу идет значительно скорее, чем протекает его полимеризация в водной фазе.

При дальнейшем уменьшении содержания мономера в исходной эмульсии (соотношения фаз 1 : 50 и ниже) $\Delta M/\Delta t$ закономерно падает, что указывает на соизмеримость скоростей диффузии мономера в водную фазу и последующей его полимеризации. Отсюда следует, что при соотношении фаз мономер/водная фаза 1:1, когда поверхность капель мономера (на единицу объема водной фазы) в 50 раз больше, чем при соотношении фаз 1 : 50, скорость диффузии мономера не менее чем в 50 раз выше скорости полимеризации.

А. И. Юрженко и Н. С. Цветков (3) нашли, что при применении в качестве инициатора персульфата калия скорость полимеризации стирола при соотношении фаз 1 : 5 проходит через максимум при $C_{k_2S_2O_8} = 0{,}4\%$ на водную фазу. По нашим данным, такой же максимум наблюдается и при других соотношениях фаз, хотя скорость инициирования закономерно возрастает при увеличении концентрации инициатора.

Из анализа кинетических кривых полимеризации в эмульсии вытекает, что фактором, обеспечивающим постоянство скорости полимеризационного процесса в эмульсии во времени, является не только наличие капель заэмульгированного мономера, но также и наличие мицелл эмульгатора, содержащих сопряженно растворенный мономер. При малых соотношениях фаз последний фактор является решающим.

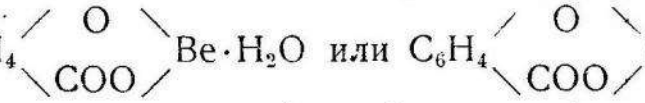
ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Юрженко и Т. С. Юрженко. Ученые зап. Львовского университета, **21**, сер. хим. вып. 3, 46 (1952).
2. W. Schmith J. Amer. Chem. Soc., **71**, 4077 (1949).
3. А. И. Юрженко и Н. С. Цветков. ДАН СССР, 85, № 5, 1099 (1952).

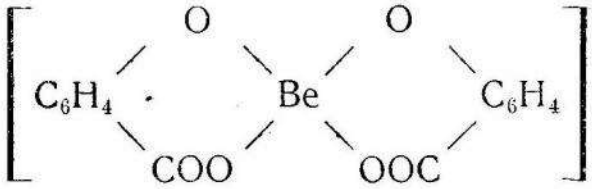
В. К. ЗОЛОТУХИН

О САЛИЦИЛАТНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ БЕРИЛЛИЯ

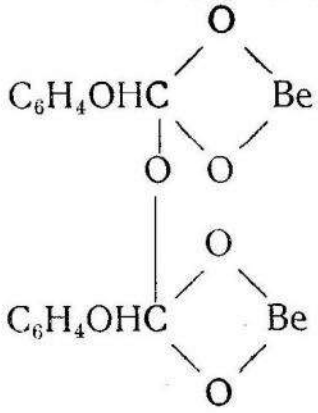
По данным Джонса, салицилат бериллия имеет формулу $C_6H_4\begin{smallmatrix}O\\COO\end{smallmatrix}Be\cdot 2H_2O$. Асмуссен и Мадсен нашли, что сали-

цилат бериллия в зависимости от температурных условий имеет состав  или .

Из нейтрализованных по фенолфталеину бериллий—салицилатных растворов ими было выделено соединение



Глассман также на основании элементарного анализа салицилата бериллия, полученного им растворением углекислого бериллия в салициловой кислоте и последующего упаривания этого раствора, приписывает ему формулу



Нами было замечено, что при действии салицилата натрия на сульфат бериллия выделяется салициловая кислота, а соль бериллия остается в растворе. Это дало основание предположить, что образующееся салицилатное соединение бериллия является основной солью салициловой кислоты, как кислоты одноосновной.

Проведенные нами опыты показали, что количество салициловой кислоты составляет около 50% от количества эквивалентного взятому сульфату бериллия. Зависимость количества образующейся салициловой кислоты от избытка взятого салицилата натрия не очень велика. При смешении сульфата бериллия и салицилата натрия в молярных отношениях 1 : 1 количество салициловой кислоты составляет 46%, а при смешении в молярных отношениях 1 : 4—62%.

pH растворов смесей сульфата бериллия и салицилата натрия, взятых в молярных отношениях 1 : 1; 1 : 2,2; 1 : 4, были найдены равными соответственно 3,5; 3,9; 4,1.

При действии на указанные смеси сульфата бериллия и салицилата натрия 95-процентным этиловым спиртом из них выделялись значительные количества осадков Na_2SO_4, а бериллий оставался в растворах (при прибавлении 5-кратного

объема спирта около 95% сульфат-ионов выделяется в осадок). Из этого следует, что в водно-спиртовом фильтрате бериллий остается главным образом в виде основного салицилата бериллия, хорошо растворимого в воде и спирте.

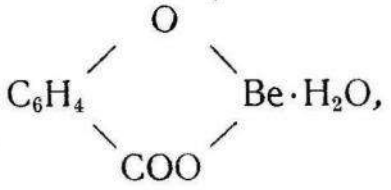
Количества основной соли бериллия, определенные в фильтрате от салициловой кислоты фторидным методом по реакции

$$BeOH^+ + 4F^- \rightleftarrows [BeF_4]^{2-} + OH^-,$$

удовлетворительно сходились с количествами выделившейся салициловой кислоты.

Так как при смешении растворов $BeSO_4$ и $C_6H_4OHCOONa$ в молярных отношениях 1 : 2 выделяется около одного моля $C_6H_4OHCOOH$, а один *г*-ион $C_6H_4OHCOO^-$ остается в растворе и так как спиртом из этого раствора почти полностью выделяется сульфат-ион в виде Na_2SO_4, а бериллий остается в растворе, то можно считать, что состав образующейся при этом основной соли бериллия отвечает формуле $C_6H_4OHCOOBeOH$.

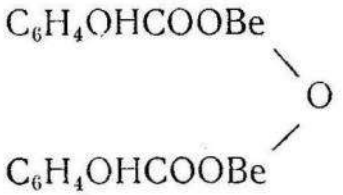
По валовому составу эта формула идентична формуле



предложенной Асмуссеном и Мадсеном, на основании валового элементарного анализа вещества.

Представление о салицилате бериллия, как о нормальной соли, образующейся при pH > 7 замещением водорода гидроксильной группы, $K_{диссоц.}$ которой $= 3{,}6 \cdot 10^{-14}$, мало вероятно тем более, что Be^{2+} в сильной степени подвергается гидролизу с образованием $BeOH^+$, $Be(OH)_2$ и Be_2O^{2+}.

Интересно отметить, что формулу салицилата бериллия, полученного Глассманом в условиях, способствующих образованию Be_2O^{2+}, можно и, очевидно, следует писать так



Нами была испытана устойчивость салицилата бериллия к NaOH, Na_2HPO_4 и KF. Оказалось, что основной салицилат бериллия реагирует с NaOH, выделяя осадок гидроокиси бериллия. Выделения осадка, однако, не происходит, если перед прибавлением щелочи в раствор ввести $C_6H_4OHCOONa$ в количестве не менее моля на моль салицилата бериллия. Выделенная же гидроокись бериллия растворяется при прибавле-

нии к ней не менее 2 молей салицилата натрия на моль гидроокиси бериллия, причем без защелачивания раствора. Последнее показывает, что растворение $Be(OH)_2$ в $C_6H_4OHCOONa$ идет без замещения Na^+ на Be^{++} или $BeOH^+$. При дальнейшем прибавлении щелочи к этому раствору образования осадка или мути не наблюдается.

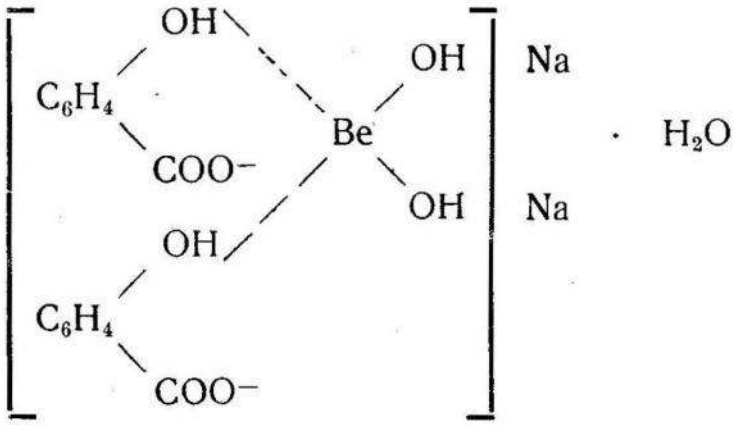
С Na_2HPO_4 основной салицилат бериллия также реагирует с образованием осадка, если в раствор его предварительно не ввести не менее 2,5-кратного избытка (в молях) салицилата натрия.

Осадка от действия Na_2HPO_4 не образуется, если к раствору основного салицилита бериллия предварительно прибавить однократное количество $C_6H_4OHCOONa$, а затем смесь нейтрализовать по фенолфталеину.

Отношение основного салицилата бериллия к KF характеризуется тем, что около 30% его основания не оттитровывается соляной кислотой с помощью фторида калия. При предварительной же добавке к нему $C_6H_4OHCOONa$ количество не оттитрованного основания увеличивается. То, что $C_6H_4OHCOOBeOH$ не полностью реагирует с фторидом калия, возможно, является следствием координации атомом бериллия гидроксильной группы салицилат-иона.

Повышение устойчивости основного салицилата бериллия с увеличением в растворе концентрации салицилат-иона можно объяснить понижением степени диссоциации его под действием одноименных ионов и образованием комплексных салицилатов бериллия с координацией последним до 3 салицилат-ионов (см. отношение к Na_2HPO_4).

Что касается устойчивости к NaOH и Na_2HPO_4 растворов, содержащих соль бериллия и салицилат натрия в молярных отношениях не менее 1 : 2 и нейтрализованных по фенолфталеину, а также растворимости моля гидроокиси бериллия в 2,5 молях салицилата натрия без выделения щелочи, то они могут быть объяснены образованием комплекса



(возможно, с координацией и карбоксильных групп), а не

образованием соединения, которое приводится Асмуссеном и Мадсеном.

Выделение из бериллий-салицилатных смесей более моля $C_6H_4OHCOOH$ на моль $BeSO_4$ и может быть объяснено образованием, наряду с $C_6H_4OHCOOBeOH$, некоторого количества указанного дисалицилатодигидроксобериллата натрия.

Замещение водорода гидроксильных групп салицилат-ионов на Be^{2+} маловероятно и при pH ~ 9.

Проделанные нами (совместно с М. И. Поглод) потенциометрические титрования щелочью смесей $BeSO_4$ и $C_6H_4OHCOONa$ и 0,025-молярных растворов чистого сульфата бериллия показали, что кривые титрования их аналогичны, что, очевидно, свидетельствует об оттитровывании в первом случае H^+ не гидроксильных групп, а карбоксильных групп гидролитически образующейся салициловой кислоты.

Исходя из формулы салицилатного комплекса бериллия $[Be(OH)_2(C_6H_4OHCOO)_2]Na_2$ (по литературным данным, бериллий имеет постоянное координационное число — 4), мы определили $K_{неуст.}$ дисалицилатодигидроксобериллат-иона по методу растворимости. В среднем из 4 опытов $K_{равн.}$ реакции

$$Be(OH)_2 + 2C_6H_4OHCOO^- \rightleftarrows [Be(OH)_2(C_6H_4OHCOO)_2]^{2-}$$

была найдена равной $4 \cdot 10^2$, а

$$K_{неуст.\ [Be(OH)_2(C_6H_4OHCOO)_2]^{2-}} = \frac{C_{Be^{2+}} \cdot C^2_{OH^-} \cdot C^2_{C_6H_4COO^-}}{C_{[Be(OH)_2(C_6H_4OHCOO)_2]^{2-}}} =$$

$$= \frac{ПР_{Be(OH)_2}}{K_{равн.}} = 7.10^{-13}.$$

Мы провели также опыты по растворению в $C_6H_4OHCOONa$ гидроокиси бериллия $Be_2O(OH)_2$, полученной кипячением разбавленных растворов бериллата натрия. Оказалось, что $Be_2O(OH)_2$ растворяется в салицилате натрия, взятом в количестве не менее 4,5 молей на моль $Be_2O(OH)_2$, причем без защелачивания раствора. Исходя из этого и из того, что координационное число бериллия равно 4, можно считать, что при этом образуется соединение $[Be_2O(OH)_2(C_6H_4OHCOO)_4]^{4-}$. $K_{неуст.}$ этого иона, равная $\frac{C_{Be_2O^{2+}} \cdot C^2_{OH^-} \cdot C^4_{C_6H_4OHCOO^-}}{C_{[Be_2O(OH)_2(C_6H_4OHCOO)_4]^{4-}}} =$

$= \frac{ПР_{Be_2O(OH)_2}}{K_{равн.}}$, была найдена нами по методу растворимости равной $8 \cdot 10^{-23}$ ($K_{равновесия}$ реакции была найдена равной $5 \cdot 10^3$ при 22°C).

О. Й. КОМЛЄВ

ВЗАЄМОДІЯ СОЛЕЙ МАРГАНЦЮ З СЕГНЕТОВОЮ СІЛЛЮ

Вивченню тартратних сполук металів присвячено багато праць. Інтерес до тартратних сполук зумовлений, по-перше, тим, що багато металів дають з тартратами комплексні сполуки, які знайшли застосування в аналітичній хімії, по-друге, тартрати багатьох металів ще не вивчені. Це стосується також і марганцю. Про взаємодію марганцю з тартратами в літературі є мало відомостей. Цікаво було прослідкувати, чи іон двовалентного марганцю дає стійкі комплекси з солями лужних металів винної кислоти.

Вивчення стійкості сполук марганцю ми проводили полярографічним методом. В нашому розпорядженні був візуальний полярограф системи Горьковського науково-дослідного інституту хімії. Гальванометр зеркальний марки М—21 з чутливістю порядку $10^{-9}A$. Період капання капіляра: 1 крапля за 3,2 секунди. Фон — 1,0 N NaCl. Максимуми видалялись додаванням 1 краплі 1-проц. желатини на 10 *мл* розчину. Сіль марганцю $MnCl_2$ бралась марки «*хч*», сегнетова сіль марки «*чда*». Вихідний розчин $MnCl_2$ був 0,01 *м*, сегнетової солі 1,0 *м*. Відомо, що потенціал півхвилі металу, якщо він утворює комплекси з будь-якими адендами, зсувається до більш від'ємного потенціалу. За різницю потенціалів півхвилі чистої солі і комплексних молекул з різною концентрацією аденда можна обчислити координаційне число P за такою залежністю (1)

$$P = \frac{\Delta\varepsilon_{1/2} \cdot n}{0{,}0591 \lg \frac{c_2}{c_1}}, \qquad \text{(I)}$$

де $\Delta\varepsilon_{1/2}$ — різниця потенціалів півхвилі відновлення іонів металу, визначених при двох концентраціях аденду C_1 і C_2; n — число електронів, що беруть участь у відновленні металу (в нашому випадку $n = 2$).

Константи нестійкості комплексних сполук можна обчислити за такою залежністю:

$$\lg K = \frac{\Delta E_{1/2} \cdot n}{0{,}0591} + p \lg C, \qquad \text{(II)}$$

де $\Delta E_{1/2}$ — різниця потенціалів півхвилі в розчинах простої і комплексної сполуки.

Для визначення потенціалів півхвилі сполук мангану і сегнетової солі були виготовлені розчини, склад яких подаємо в таблиці 1.

Як видно з таблиці 1 на стор. 215, сіль марганцю в усіх випадках була однакової концентрації.

Таблиця 1

Виготовлення розчинів $MnCl_2$ і $KNaC_4H_4O_6$ для полярографування

№ розчинів	Молярні відношення тартрату до іонів марганцю	Концентрація $KNaC_4H_4O_6$ *г-моль/л*	Концентрація $MnCl_2$ *г-моль/л*	Концентрація HCl *г-моль/л*	Концентрація NaOH *г-моль/л*
1	0 : 1	0	0,002	0	0
2	1 : 1	0,002	0,002	0	0
3	2 : 1	0,004	0,002	0	0
4	4 : 1	0,008	0,002	0	0
5	8 : 1	0,016	0,002	0	0
6	16 : 1	0,032	0,002	0	0
7	32 : 1	0,064	0,002	0	0
8	100 : 1	0,200	0,002	0	0
9	300 : 1	0,600	0,002	0,01	0
10	300 : 1	0,600	0,002	0	0,01

Визначення потенціалів півхвилі відновлення іонів марганцю в цих розчинах повторювалось 2—3 рази. Результати полярографування зведені в таблицю 2.

Таблиця 2

Полярографічні дані про відновлення іона марганцю в присутності сегнетової солі на крапельному ртутному електроді

№ розчинів	Молярні відношення тартрату до іонів марганцю	Сила дифузійного струму в *мм* шкали гальванометра	Потенціал півхвилі $E_{1/2}$ (кал. н. ел.)	Примітки
1	0 : 1	20	— 1,56	
2	1 : 1	16	— 1,55	
3	2 : 1	16	— 1,56	
4	4 : 1	16	— 1,56	
5	8 : 1	16	— 1,55	
6	16 : 1	16	— 1,55	
7	32 : 1	16	— 1,56	
8	100 : 1	16	— 1,58	
9	300 : 1	?	?	Хвиля $Mn^{\cdot\cdot}$ збігається з хвилею відновлення H.
10	300 : 1	?	?	Невиразна хвиля починається приблизно при —1,70*в*
	Середнє значення		— 1,56	

Як видно з таблиці 2, потенціал півхвилі $Mn^{"}$ в усіх розчинах № 1—8 зберігається постійний і в середньому дорівнює — 1,56 *в* (кал. н. ел.). Відхилення від середнього значення є помилками експерименту. Для розчину № 9 в присутності 0,01 *г-екв* HCl виміряти силу струму і потенціал півхвилі не можна, хвиля марганцю збігається з хвилею відновлення водню.

Для розчину № 10 в присутності 0,01 *г-екв* NaOH хвиля відновлення марганцю дуже невиразна, починається приблизно при — 1,7 *в* (н. к. е.).

Таким чином, при pH<7 і pH>7 виміряти потенціал півхвилі $Mn^{"}$ в присутності сегнетової солі неможливо. При pH > 7 відбувається дуже легко окислення $Mn^{"}$ на вищу валентність, що і зумовлює зникнення хвилі двовалентного марганцю.

Слід відмітити, як це видно з таблиці 2, що присутність сегнетової солі зменшує величину дифузійного струму, очевидно, в зв'язку з тим, що змінюється коефіцієнт дифузії. Так, в нашому випадку висота хвилі, виміряна в *мм* шкали гальванометра, дорівнює 20 *мм* для чистої солі марганцю на фоні 1,0 *N* NaCl. (табл. 1, 2), в усіх інших розчинах ми спостерігали висоту хвилі, рівну 16 *мм* при всіх інших однакових умовах, крім кількості сегнетової солі.

Потенціал півхвилі, як ми вже раніше відзначали, залишається незмінним при зміні концентрації сегнетової солі. Якщо молярні відношення тартрату до іона $Mn^{"}$ змінювати від 1 до 100, потенціал півхвилі залишається сталим.

Отже, говорити про утворення більш-менш стійких комплексних сполук марганцю з тартратами лужних металів, принаймні, в межах концентрацій, вивчених нами, немає ніяких підстав. Це також підтверджується тим, що Na_2S з усіма розчинами дає дуже легко осад MnS.

Розчин солей марганцю з тартратом реагує з лугами і дає осад при кипінні. При кімнатній температурі розчин швидко буріє, але залишається довгий час прозорим.

Побуріння розчину зумовлюється окисленням $Mn^{"}$ киснем повітря. Ми видаляли розчинене повітря воднем і при додаванні лугу спостерігали лише ледве помітне побуріння. Відновлення марганцю в лужному середовищі в присутності сегнетової солі, що починається приблизно при — 1,7, зумовлюється наявністю в розчині марганцю вищої валентності. За літературними даними, в цих умовах відбувається ніби ступінчасте відновлення чотиривалентного марганцю до двовалентного. Ми не спостерігали чіткої хвилі, на підставі якої можна було твердити це.

ВИСНОВКИ

1. Проведено полярографічне дослідження солей $MnCl_2$ з сегнетовою сіллю, з молярним співвідношенням тартрату та марганцю від 0 : 1 до 100 : 1.

2. Встановлено, що марганець дає чітку хвилю на полярографічних кривих і потенціал півхвилі не міняється із збільшенням концентрації сегнетової солі і залишається сталим — 1,56 *в* (н. к. е.).

3. Присутність тартрату зменшує величину дифузійного струму на 20%, незалежно від концентрації тартрату.

4. Показано, що при зливанні солей $MnCl_2$ і $KNaC_4H_4O_6$ стійких комплексних сполук не утворюється.

5. В кислому і лужному середовищі при pH $\cong$ 2 і pH $\cong$ 12 марганець не дає чіткої хвилі, яку можна було б використати для определення констант нестійкості.

ЛІТЕРАТУРА

1. М. Кольтгоф и Дж. Дж. Лингейм. Полярография, Госхимиздат (1948).

З. Г. ГАЛАНЕЦЬ

ПОЛЯРОГРАФІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ САЛІЦИЛАТНИХ КОМПЛЕКСІВ МІДІ

Реакції комплексоутворення широко застосовуються в хімічному аналізі для розділення іонів. Особливе значення для вибору найкращих умов розділення має знання констант нестійкості комплексів.

В даній роботі вивчалися константи нестійкості і координаційні числа саліцилатних комплексів міді полярографічним методом.

Здвиг потенціалу відновлення іона при зв'язуванні його в комплекс характеризує стійкість цього комплексу:

$$\Delta E_{1/2} = -\frac{0{,}0591}{n} \lg C_x^p K,$$

звідки може бути визначена константа нестійкості

$$\lg K = -\left(\frac{\Delta E_{1/2} \cdot n}{0{,}0591} + p \lg C_x\right),$$

де $\Delta E_{1/2}$ — величина здвигу потенціалу півхвилі у вольтах;

n — число елементарних зарядів, необхідних для відновлення даного іону (в нашому випадку $n=2$);

p — число молекул адденда (координаційне число);

C_x — концентрація адденда (саліцилата натрія).

Вимірюючи здвиг потенціалу півхвилі відновлення міді при різних концентраціях саліцилату натрію, можна визначити

число його молекул, зв'язаних в комплекс. Координаційне число визначають переважно на основі графіка залежності $\lg C_x$ від $E_{1/2}$. Згідно з рівнянням прямої $E_{1/2} = \frac{0{,}0591}{n} p \lg C_x$ тангенс кута нахилу при $p=1$ повинен дорівнювати 0,029, при $p=2$ — 0,059 і т. д.

В роботі користувались візуальним полярографом М7-50 ГНИИХ. Зеркальний гальванометр М21/1 з чутливістю до струму порядку 10^{-9} А. Постійна капіляра $m^{2/3} t^{1/6} = 1{,}36\ мг^{\frac{2}{3}} сек^{-\frac{1}{2}}$. Зовнішній ртутно-сульфатно-закисний електрод порівняння з'єднувався з електролізером агар-агаровим містком (3-проц. розчин агар-агару в насиченому K_2SO_4).

Визначення проводилось в термостаті при $25 \pm 0{,}5°C$.

Потенціал півхвилі Cu^{2+} з розчину $Cu(NO_3)_2$ визначався на фоні 1 *М* $NaNO_3$ і дорівнював 0,410 *в*.

Концентрація іонів міді в усіх дослідах дорівнювала $2 \cdot 10^{-3}$ *м/л*.

Концентрація саліцилата натрія змінювалась від 0,04 *м/л* до 0,5 *м/л*.

Чистота реактивів перевірялася полярографічно.

Іонна сила регулювалася добавкою до досліджуваного розчину 1 *М* $NaNO_3$ і дорівнювала одиниці.

В результаті дослідження виявлено, що при збільшенні концентрації саліцилату натрія потенціал півхвилі відновлення міді здвигається в сторону від'ємних величин. В залежності від концентрації саліцилата натрію утворюється ряд комплексів з різним координаційним числом. Так, при концентрації саліцилату натрію 0,04—0,08 *м/л* $p=1$ (знайдений $\operatorname{tg} \alpha = 0{,}031$), при концентрації саліцилату натрію від 0,08 до 0,16 *м/л* $p=2$ ($\operatorname{tg} \alpha = 0{,}062$) і від 0,2 до 0,5 *м/л* $p=3$ ($\lg \alpha = 0{,}087$).

Середні величини констант нестійкості відповідно дорівнюють $8{,}07 \cdot 10^{-3}$, $6{,}21 \cdot 10^{-4}$ і $2{,}01 \cdot 10^{-4}$.

Т. М. ПОЛОНСКИЙ и Э. М. КОМОВА

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ В ГЕЛЯХ $Fe(OH)_3$ и $Al(OH)_3$

В работе Н. Н. Серб-Сербиной и Т. М. Полонского по исследованию тиксотропного структурообразования в бентонитовых суспензиях было показано, что повышение температуры до 50—60°С приводит к упрочению структуры при постоянном времени структурообразования. Происходит это вследствие усиления броуновского движения, которое приводит к увеличению числа

контактов частиц дисперсной фазы в единицу времени при одновременном уменьшении прочности связи и увеличении десольватации. Можно думать, что этот эффект будет наблюдаться и в других дисперсных системах.

В данной работе исследуется влияние температуры на тиксотропное структурообразование в гелях $Fe(OH)_3$ и $Al(OH)_3$.

Необходимым условием тиксотропных свойств является достаточная сольватация дисперсной фазы и наличие анизодиаметрической формы частиц. Такому условию удовлетворяют золи $Fe(OH)_3$ и $Al(OH)_3$. На этих системах впервые и было установлено явление тиксотропии. Лучше всего это явление изучено на системе $Fe(OH)_3$, которая на протяжении ряда лет была предметом исследования Фрейндлиха и его сотрудников. Тиксотропное структурообразование заключается в постепенном образовании структуры и переходе золя в гель, а при механическом разрушении происходит обратное превращение.

Механизм структурообразования по-разному рассматривается различными исследователями. Расхождение сводится к различной роли сольватных оболочек агрегирующихся частиц. Одна из теорий совершенно игнорирует роль сольватных слоев. Согласно этой теории образование структуры происходит вследствие непосредственного контакта частиц дисперсной фазы без участия прослоек жидкой фазы между ними.

Сторонники другой теории считают, что образование гелей происходит благодаря разросшимся сольватным слоям и изменению при этом их электрокинетических свойств.

Ни одна из этих теорий не может описать всего многообразия структурированных систем и их свойств.

По представлениям П. А. Ребиндера и его сотрудников (3), в основе структурообразования лежит каогуляционный механизм, при этом места, в которых сосредоточены своеобразные молекулярные силы, должны быть распределены неравномерно по всей поверхности частиц. Эти места и являются центрами коагуляции. Наличие сольватных прослоек дисперсионной среды придает структурам пластично-вязкие свойства.

Для исследований гидрозоли $Fe(OH)_3$ мы получали по методу Грэма прибавлением по каплям $(NH_4)_2 CO_3$ к раствору $FeCl_3$ при интенсивном помешивании до тех пор, пока выпавший вначале осадок не растворялся. В этих условиях получаются довольно концентрированные золи с тиксотропными свойствами. Структурообразование в них происходит без предварительного диализа, и в этом — положительная сторона метода. Гидрозоль $Al(OH)_3$ получали методом пептизации свежеосажденного гидрата окиси алюминия и последующего упаривания до нужной концентрации.

Для характеристики таких систем наиболее показательными следует считать структурно-механические свойства. Прочность структуры оценивалась по предельному напряжению сдвига P_m, которое измерялось по диаграмме деформация — напряжение.

Структурообразование исследовалось на приборе Вейлера-Ребиндера с тангенциально-смещающейся эбонитовой штрихованной пластинкой, удвоенная площадь которой равнялась 3,23 *см*². Линейная скорость поднятия пластинки $U = 8{,}6\mu/_{сек.}^{-1}$. Исследованы были 8% геля $Fe(OH)_3$ и 3,8% гель $Al(OH)_3$ при 0; 22; 41 и 70°С и времени структурообразования 0,5; 1,0; 2; 4,5; и 18 часов для всех указанных выше температур.

Исследование показывает, что предельное напряжение сдвига возрастает по мере увеличения времени тиксотропного застудневания, что свидетельствует об упрочении структуры. Наибольшее значение P_m наблюдается при времени структурообразования τ — 18 часов и наименьшее при 30 мин. для геля $Fe(OH)_3$.

Полученные закономерности можно объяснить, пользуясь представлениями Рабинерсона (4) о ступенчатом развитии тиксотропных структур. В увеличении прочности структуры со временем основную роль, по-видимому, играет рост количества контактов.

Для гидрогелей $Fe(OH)_3$ прочность структуры, образующейся при температуре 70°С и времени структурообразования 4,5 и 18 часов, снижена примерно в 2 раза по сравнению с прочностью структуры, вызревавшей 1 час. Такое поведение системы связано, по-видимому, с температурным фактором, когда прочность связей с повышением температуры должна ослабевать.

Таблица

Предельное напряжение сдвига в гелях при различных температурах структурообразования

$Fe(OH)_3$					$Al(OH)_3$			
Время структурообразования (в час.)	Температура (в °С)				Время структурообразования	Температура (в °С)		
	0	22	41	70		22	41	70
1/2	22,1	30,0	41,6	52,0	1/2 ч	71,1	78,6	180
1	26,7	36,4	52,0	68,2	1 ч	82,5	117,0	235
2	31,1	40,1	61,2	74,0	2 ч	96,0	154,4	260,4
4,5	36,8	47,0	66,1	41,0	4,5	117	192,2	322,0
18	—	51	69,8	37,2	18 ч			

Влияние температуры на тиксотропное структурообразование изученных систем приведено в таблице.

Как видно из таблицы, прочность структур $Fe(OH)_3$ и $Al(OH)_3$ различна. Если концентрация дисперсной фазы первого геля в 2,5 раза больше, чем второго, предельное на-

пряжение его в несколько раз меньше. Из этих же данных следует, что с повышением температуры при одном и том же времени покоя прочность структуры возрастает.

Такое изменение структуры происходит, по-видимому, за счет увеличения числа контактов при тепловом движении в единицу времени. Кроме того, в результате повышенного гидролиза солей, находящихся в интермицеллярной жидкости, с ростом температуры может происходить десорбция ионов-стабилизаторов с поверхности коллоидных частиц, а одновременно увеличиваться и число частиц дисперсной фазы, что также является положительным фактором структурообразования.

Закономерное нарастание прочности структуры с повышением температуры до определенной величины является, по-видимому, общим для многих дисперсных тиксотропных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Серб-Сербина и Т. М. Полонский. ДАН, **96**, 103 (1954).

2. Фрейндлих. Тиксотропия. ГОНТИ (1939).

3. П. А. Ребиндер. Новые методы физико-химических исследований поверхностных явлений. АН СССР, т. 1 (1950).

Л. И. Эйдельман и П. А. Ребиндер. Колл. журн. **13**, 64, 1951; 13, 142 (1951).

4. И. А. Рабинерсон. Проблемы коллоидной химии. ОНТИ (1937).

Примітка. Статті цього розділу надійшли до видавництва у червні 1956 р.

Доповіді та повідомлення
Львівського державного університету імені Ів. Франка
Випуск VII, частина III 1957

АСТРОНОМІЯ ТА ФІЗИКА

М. С. ЭЙГЕНСОН

О ВЕРОЯТНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ПРИЧИНЕ КРУПНОЙ АНОМАЛИИ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ТРОПОСФЕРЫ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ ЗИМОЙ И ВЕСНОЙ 1956 г.

Общий характер зимы и первых месяцев весны 1956 г. в северном полушарии, как известно, были необычны: зима крайне суровая, а весна — затяжная и холодная. Массы арктического воздуха зимой и весной 1956 г. распространялись глубоко на юг, захватив даже Средиземноморье. Необычайно низкие температуры, обильные снегопады характеризовали зиму (а отчасти и весну) даже в климатической зоне Гольфстрима — в Западной Европе, где климатические условия стали напоминать гораздо более восточные районы с их резко континентальным климатом. Мощный снеговой покров привел к бурному снеготаянию и крупным наводнениям ряда европейских рек весной 1956 г.

Поразительными, в особенности для Западной Европы, были и возвраты холодов, сопровождавшиеся снегопадами даже в апреле.

Эта крупная климатическая аномалия зимы и весны 1956 г. в ряде отношений напоминает аномалию 1954 г. Наша точка зрения на солнечную первопричину аномалии общей циркуляции тропосферы 1956 г. сходна с нашей точкой зрения на солнечную первопричину аномалии 1954 г. (1).

Мы считаем, что как в том, так и в другом случае на Солнце имели место резкие вспышки его геоактивной радиации. При этом, как мы указали в (1), первая вспышка, т. е. вспышка 1954 г., была связана с тем из двух 11-летних циклических максимумов корпускулярной радиации Солнца, который в общем синфазен с эпохой 11-летнего *минимума* чисел Вольфа (W).

В отличие от этого прошлого максимума геоактивной радиации Солнца 1954 г., мощная вспышка геоактивной радиации Солнца в 1956 г., по всем данным, связана с предстоящим,

возможно, уже в 1957 г. 11-летним циклическим *максимумом W*.

Причина близости друг к другу по времени обоих этих максимумов геоактивности Солнца теоретически понятна. Она состоит в большой высоте текущего 11-летнего цикла, который именно ввиду этого развивается очень бурно*.

Но в гелиогеофизике доказано, что вспышки солнечной активности ведут к интенсификации общей циркуляции земной атмосферы. Поэтому как в 1954, так и в 1956 г. резкое усиление геоактивности Солнца закономерно привело и к крупной «аномалии» земной циркуляционной машины — к ее резкому ускорению, а также к значительному изменению обычных путей барических шаблонов.

В частности, как в 1954 г., так и в 1956 г. арктический воздух сбрасывался значительно интенсивнее, чем в среднем, и в более низкоширотные районы, а это их очень сильно выхолаживало.

Следует отметить, что в настоящее время у нас уже есть возможность экспериментально лучше обосновать правильность нашей общей концепции относительно солнечной первопричины аномалии циркуляции зимы 1954 г.

Как мы писали в (1), этой первопричиной является, по нашему мнению, резкая вспышка корпускулярной геоактивности Солнца.

Действительно, по наблюдениям Львовской магнитной обсерватории, в 1954 г. было отмечено 60 магнитных бурь, из них малых бурь — 19, умеренных — 11, больших — 30.

А в 1955 г. произошло 28 геомагнитных бурь, из них малых — 18, умеренных — 8, больших — 2.

Таким образом, в 1955 г., несмотря на то, что видимая солнечная активность по сравнению с 1954 г. возросла более чем в 11 раз**, число геомагнитных бурь уменьшилось более чем вдвое. Это количественное снижение геомагнитной (т. е. корпускулярной) активности Солнца сопровождалось, что очень любопытно, весьма резким (в 15 раз!) понижением абсолютного числа больших бурь при сохранении прежнего числа малых бурь (и почти того же числа умеренных бурь).

В результате *удельный вес* больших бурь упал с 1/2 до 1/14, т. е. в семь раз.

Таким образом, корпускулярная геоактивность Солнца в 1955 г. количественно и качественно отличалась от 1954 г.: в 1955 г. была значительно ниже. Весьма вероятно, что это и является первопричиной относительно нормальной зимы 1955 года, что и контрастировало с аномальными зимами 1954 и 1956 годов.

---

* Как известно (2), чем выше 11-летний цикл, тем его ветвь роста короче.

** $W_{1954} = 4$, $W_{1955} = 45$.

Как видимая солнечная активность, так и его геоактивность (и притом не только корпускулярная, но, вероятно, и фотонная) растут очень бурно в текущем 11-летнем цикле, особом по всему своему характеру и положению в ряду других 11-летних циклов (3).

Поэтому уже лето 1955 г. и еще более зима и весна 1956 г. были вновь аномальными.

Как мы отмечали (3), сейчас (весной 1956 г.) и в течение ближайших месяцев следует ожидать наступления дальнейшего, еще более высокого уровня солнечной активности. Поэтому имеются серьезные основания считать, что степень солнечного управления макросиноптическим процессом в течение ближайшего будущего не ослабеет. Поэтому можно думать, что он будет и в дальнейшем в тех или иных отношениях отклоняться от так называемой климатической нормы.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. С. Эйгенсон. Циркуляр Львовской астрономической обсерватории № 29 (1955).
2. М. С. Эйгенсон, М. Н. Гневышев, А. И. Оль, Б. М. Рубашев. Солнечная активность и ее земные проявления, М.—Л., Гостехиздат (1948).
3. М. С. Ейгенсон. Доповіді і повідомлення Львівського університету (1957).

М. С. ЭЙГЕНСОН

О ПРИЧИНАХ ВЫСОКОЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В 1955—1956 гг.

§ 1. Около 10 лет назад, в начале развития предыдущего 11-летнего цикла солнечной активности (№ 18 по Цюрихской классификации), мы предсказали (6), что этот цикл будет аномальным в отношении своей относительной мощности. А именно, этот цикл № 18 должен был быть *высоким,* причем относительно высоким был и предыдущий цикл № 17. Вместе с тем, как известно (7), в течение предыдущих 100 лет отмечалась важная закономерность попарного *чередования* относительных высот соседних 11-летних циклов.

Как показали последовавшие за нашим прогнозом наблюдения, цикл № 18 действительно «сломал» эту былую закономерность. Он показался аномально высоким (выше цикла № 17) не только относительно (в вышеуказанном смысле слова), но и по своей абсолютной высоте: $W_м^*$ = 152. Это значение практи-

* $W_м$ — среднее годовое число Вольфа в эпоху максимума цикла.

чески равно максимальной отметке, начиная с 1749 г., т. е. с даты, после которой значения W известны ежемесячно (W в 1778 г. равнялось 154, но т. к. солнечные наблюдения XVIII в. были, несомненно, менее точны, чем современные, настаивать на реальности превышения W_{1778} над W_{1947} на 2 единицы чисел Вольфа, конечно, невозможно).

§ 2. В 1949 г. мы истолковали вышеуказанное нарушение следующим образом (8). По нашему мнению, нарушение закона попарного чередования высот соседних циклов было лишь кажущимся. Оно произошло ввиду взаимодействия этого закона с *вековым* циклическим изменением солнечной активности. Кажущееся нарушение указанной закономерности было вызвано тем, что цикл № 18 был уже на гребне текущего векового цикла солнечной активности, начавшегося в 1-ом или во 2-ом десятилетиях XX столетия. Иными словами, вековой ход солнечной активности «аномально» высоко поднял $W_м$ цикла № 18.

§ 3. В 1949 г. А. И. Оль (3), а в 1951 г. А. Я. Безрукова (1) предсказали, что 11-летний цикл № 19 будет еще выше, чем цикл № 18. Эти прогнозы были сделаны на основании соображений, связанных с вековым циклом (а у Безруковой — на основании зависимости от векового цикла асимметрии солнечных полушарий).

С другой стороны, исходя из работы М. Н. и Р. С. Гневышевых (2) в 1949 г., Т. Л. Мандрыкина и автор (5) в 1954 г. нашли тесную стохастическую связь между средней широтой высокоширотных групп солнечных пятен в начале данного 11-летнего цикла и числом Вольфа в эпоху его *максимума*. Отсюда, как показал автор в 1955 г. (9), возможен сверхранний прогноз $W_м$ внутри данного 11-летнего цикла*.

Так как широта группы-однодневки, наблюдавшейся Бэбкоками в августе 1953 г., была рекордно высокой ($= +52°$), автор отсюда сделал прогноз, что $W_м$ будет $\geqslant 200$.

§ 4. Этот прогноз, сделанный нами еще в 1954 г. (т. е. в эпоху минимума цикла) и опубликованный в начале 1955 г., уже теперь, весной 1956 г., можно сравнить с наблюдениями. Действительно, солнечные наблюдения 1954, 1955 и первых месяцев 1956 гг. вскрывают беспрецедентный характер начала ветви роста текущего 11-летнего цикла.

Средний уровень видимой солнечной активности в 1954 г. был довольно низким (для эпохи минимума 11-летнего цикла). В течение ряда месяцев Солнце вообще не было запятнено. Среднее W за год было равно всего лишь 4. Однако уже в 1955 г. произошел весьма крутой подъем солнечной актив-

---

* Поскольку первые высокоширотные группы пятен на $\frac{1}{2} - 1\frac{1}{2}$ года упреждают формальный циклический минимум W, то прогноз $W_м$ возможен за $\frac{1}{2} - 1\frac{1}{2}$ года до формального начала цикла.

ности, W_{1955} оказалось равным 45 (в Цюрихской системе), т. е. более чем в 11 раз превзошло W_{1944}. Такой темп для начала ветви роста является беспрецедентным среди всех циклов № 1—19 (табл. 1). В этой таблице κ означает отношение $\frac{W_{m+1}}{W_m}$, где W_m — среднее значение числа Вольфа в год минимума, а W_{m+1} — его среднее значение для года, следующего за минимумом.

Как видно из этой таблицы, обычно $\kappa \ll 10$. Весьма интересно, что лишь в начале текущего векового цикла, в 11-летнем цикле № 15, когда $W_m = 1$, а также и в начале векового цикла XIX ст., в 11-летнем цикле № 6, κ было большим; но все же в цикле № 15 κ было несколько меньше, чем в текущем 11-летнем цикле, являющемся (см. ниже), вероятно, максимальным в текущем вековом цикле*. Однако дело отнюдь не ограничивается только крутизной роста W за первый и второй годы текущего цикла.

В таблице 2 приведены данные о среднеквартальных значениях W по наблюдениям Службы Солнца СССР, т. е. в основном, по наблюдениям Горной Станции Пулковской обсерватории за 1954, 1955 и первые два месяца 1956 гг.

Из этой таблицы виден монотонный и быстрый рост активности Солнца, начиная со II полугодия 1954 г., т. е. с самого начала цикла № 19. В частности, среднеквартальная активность в конце 1955 г. была более чем вчетверо больше, чем в начале этого года. Среднеквартальная активность для начала 1956 г. уже более чем в $2\frac{1}{2}$ раза превосходит среднегодовую W за 1955 год.

Ввиду всего сказанного в настоящем § мы приходим к предварительному заключению, что $W_м$ для текущего цикла № 19 будет весьма высоким, как и предвидели указанные выше авторы.

§ 5. Судя по всем предыдущим циклам, надо полагать, что констатированный в § 4 бурный рост W не ограничится первыми неполными 2 годами после начала текущего цикла. А если темпы этого роста в какой-то мере сохранятся на ближайшее время, то есть основания думать, что, возможно, еще в 1956 году W может приблизиться к значению ее $W_м$ цикла № 18 = = 152. В самом деле, в январе 1956 г. $W = 72$, а уже в феврале $W = 149$. Высокой остается эта активность и в марте, когда пишутся эти строки.

---

* Отсюда не исключено, что скачок в ходе κ есть признак приближения экстремума векового цикла; например, в прошлом вековом цикле XIX в. $\kappa > 5$ для циклов № 10 и 11, близких к эпохе его расплывчатого максимума (1850—1860 гг.). Но эпоха максимума цикла XVIII в. не была связана со скачком в κ.

Но ни один из циклов № 1—18 не доходил до максимума быстрее, чем за 3 года. Поэтому надо думать, что рост W будет продолжаться и в 1957 г.

Все сказанное и дает основания считать, что $W_м$ текущего цикла, возможно, будет больше, чем в 1947 г., а может быть и наибольшим за весь промежуток времени 1749—1956 гг., за который имеются ежемесячные данные о W.

§ 6. Если $W_м$ цикла № 19, как мы ожидаем, будет выше, чем $W_м$ предыдущего цикла, это, вероятно, будет означать, что текущий 11-летний цикл будет одновременно и вершинным 11-летним циклом текущего *векового* цикла. Формально первым 11-летним циклом текущего векового цикла солнечной активности, видимо, следует считать цикл № 15, начавшийся с очень низкого $W=0$ в 1913 г. Поэтому цикл № 19 — это, по-видимому, уже 5-й 11-летний цикл текущего векового цикла. Поэтому ему «пора» уже начать переходить с ветви роста на ветвь спада, т. к., по имеющимся предварительным данным, средняя длительность вековых циклов — порядка 7—8 11-летних циклов*.

Ввиду этого, возможно, что после цикла № 19 вековой уровень солнечной активности в течение нескольких (немногих) 11-летних циклов будет сравнительно быстро спадать. Таким образом, если эти прогностические соображения окажутся сколько-нибудь правильными, текущий высокий вековой цикл XX в. будет аналогом высокого векового цикла XVIII в. Вековой цикл XVIII в., в самом деле, также отличался довольно медленным ростом, но весьма быстрым спадом. После очень высокого 11-летнего цикла № 3, когда W в 1778 г. достигло абсолютного максимума за 1749—1955 гг. = 154, солнечная активность упала до 0 уже в 1810 г., т. е. всего лишь через два 11-летних цикла**.

Ввиду доказанной в советской гелиогеофизике весьма тесной связи геофизических явлений с вековым циклом солнечной

---

* Речь идет именно о средней длительности векового цикла, которую мы в свое время предварительно оценили (10), исходя из данных Клафа. К той же оценке для средней длительности векового цикла можно прийти на основании нового пересмотра этого вопроса, проделанного И. В. Максимовым (4). Надо подчеркнуть, что, вероятно, возможны отдельные вековые циклы, несколько более длительные. Так, вековой цикл XIX в., повидимому, охватывал 9 циклов (№ 6—14, с 1810 до 1913 гг.). Однако в связи с этим следует указать, что вековой цикл XIX в. был не только относительно длительным, но и невысоким и неодновершинным. В этих морфологических отношениях он не похож как на предыдущий цикл XVIII в., так и на текущий вековой цикл. Есть основания думать, что, как и в случае 11-летних циклов, более высокие *вековые* циклы должны быть относительно короче. Эти предварительные соображения и говорят о том, что вероятная длительность текущего векового цикла вряд ли будет больше 7—8 11-летних циклов.

** Таково было расстояние (в 11-летних циклах) от 11-летнего цикла № 3, максимального для векового цикла XVIII в., до цикла № 6, минимального для векового цикла XIX в.

активности возможный предстоящий быстрый вековой спад солнечной активности может иметь серьезное геофизическое значение.

Таблица 1

№ цикла	κ	№ цикла	κ	№ цикла	κ
1	1,0	8	1,6	15	10,0
2	3,5	9	1,4	16	2,8
3	2,8	10	5,8	17	1,5
4	2,4	11	5,3	18	3,3
5	1,7	12	2,0		
6	*	13	1,2	19	11,2
7	4,0	14	1,7		

Таблица 2

Год	Квартал	$\overline{W}$
1954	III	5
	IV	7
1955	I	20
	II	25
	III	49
	IV	82
1956	I	120

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Я. Безрукова. Бюлл. Солн. Ком. № 7 (1951).
2. М. Н. и Р. С. Гневышевы. Бюлл. Солн. Ком., № 1, (1949).
3. А. И. Оль. Бюлл. Солн. Ком., № 1, 1949, № 2 (1949).
4. И. В. Максимов. ДАН, **86**, 917 (1952).
5. Т. Л. Мандрыкина и М. С. Эйгенсон. Льв. Астр. Сб. № 2 (1954).
6. М. С. Эйгенсон. ДАН, **55**, 493 (1947).
7. М. С. Эйгенсон, М. Н. Гневышев, А. И. Оль, Б. М. Рубашев. Солнечная активность и ее земные проявления, М.—Л., ГТТИ (1948).
8. М. С. Эйгенсон. Бюлл. Солн. Ком., № 1 (1949).
9. М. С. Эйгенсон. Цирк. Льв. астр. обс., № 29 (1955).
10. М. С. Эйгенсон. Бюлл. Солн. Ком., № 7 (1951).

* $W_м$ для 1810 = 0, поэтому κ формально = ∞

С. А. КАПЛАН, Б. І. КОЛОДІЙ

ФУНКЦІОНАЛЬНІ РІВНЯННЯ МАГНІТНОЇ ГІДРОДИНАМІКИ

Як відомо, досі не вдалося побудувати строгу математичну теорію турбулентності, тобто теорію хаотичного (статистичного) руху рідини (1).

Правда, ряд гіпотез, особливо ідеї А. М. Колмогорова (2), дали можливість вивчити деякі характерні особливості турбулентності, однак, як і раніше, залишаються неясними шляхи підходу до побудови строгої теорії.

Заслуговує на увагу ідея Хопфа (3) про описання турбулентного руху за допомогою функціональних рівнянь. Правда, Хопфу не вдалось одержати конкретних результатів, проте можна сподіватись досягнення на цьому шляху певного успіху, бо метод функціонального аналізу відіграє велику роль у розвитку квантової теорії поля, з якою теорія турбулентності має спільні риси в математичному описі явищ, що вивчає ця наука.

Великий інтерес викликає і не менші труднощі являє теорія магнітогідродинамічної турбулентності. Тут ми також можемо очікувати деяких успіхів у побудові теорії методами функціонального аналізу.

В даному повідомленні використаємо метод Хопфа (3) і запишемо рівняння магнітної гідродинаміки у функціональній формі. Вихідними є рівняння магнітної гідродинаміки для нестисливої рідини:

$$\frac{\partial v_\alpha}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x_\beta}(v_\beta v_\alpha) + \frac{1}{4\pi\varrho\mu}\frac{\partial}{\partial x_\beta}(B_\beta B_\alpha) - \frac{1}{8\pi\varrho\mu}\frac{\partial}{\partial x_\alpha}B^2{}_\gamma - \\ - \frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial x_\alpha} + \nu\frac{\partial^2}{\partial x^2{}_\gamma}v_\alpha, \qquad (1)$$

$$\frac{\partial B_\alpha}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_\beta}(v_\alpha B_\beta - v_\beta B_\alpha) + \frac{1}{4\pi\sigma\varrho}\frac{\partial^2}{\partial x_\gamma{}^2}B_\alpha .$$

Тут v_α — компоненти швидкості, B_α — компоненти вектора магнітної індукції, ϱ — густина, μ — коефіцієнт магнітної проникності, σ — коефіцієнт електропровідності.

Для побудови функціонального рівняння задамо функціонал двох довільних векторних полів, визначених в області, зайнятій рідиною, та на її границях:

$$\Phi(y(x), z(x), t) = \int_{\Omega} e^{i[y_\alpha v_\alpha + z_\alpha B_\alpha]}\, dP^t(v, B),$$

де $dP^t(v, B)$ — диференціал імовірного розподілу фази v і B; Ω — повний фазовий об'єм системи.

За допомогою цього функціоналу одержуємо з двох рівнянь (1) і умов $\operatorname{div} v = 0$, $\operatorname{div} B = 0$ одне функціональне рівняння:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} = \int_R y_\alpha \left(i \frac{\partial}{dx_\beta} \frac{\partial^2 \Phi}{dy_\alpha(x)\, dx\, \partial y_\beta(x)\, dx} - \right.$$

$$- \frac{i}{4\pi\varrho\mu} \frac{\partial}{\partial x_\beta} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z_\alpha(x)\, dx\, \partial z_\beta(x)\, dx} + \frac{i}{8\pi\varrho\mu} \frac{\partial}{\partial x_\alpha} \frac{\partial^2 \Phi}{(\partial z_\beta(x)\, dx)^2} +$$

$$\left. + \nu \frac{\partial^2}{\partial x_\gamma^2} \frac{\partial \Phi}{\partial y_\alpha(x)\, dx} + \frac{\partial \Pi}{\partial x_\alpha} \right) dx + \qquad (2)$$

$$+ \int_R z_\alpha \left(i \frac{\partial}{\partial x_\beta} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y_\beta(x)\, dx\, \partial z_\alpha(x)\, dx} - \right.$$

$$\left. - i \frac{\partial}{\partial x_\beta} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y_\alpha(x)\, dx\, \partial z_\beta(x)\, dx} + \frac{1}{4\pi\sigma\varrho} \frac{\partial^2}{\partial x_\gamma^2} \frac{\partial \Phi}{\partial z_\alpha(x)\, dx} \right) dx;$$

Тут R— просторова область, зайнята рідиною, $\frac{\partial \Pi}{\partial x}$ — член, що відповідає градієнту тиску і може бути усунений відповідним перетворенням функцій $y(x)$ і $z(x)$.

Більш детальний вивід рівняння (2), а також його застосування в конкретному випадку просторово-періодичного руху магнітної гідродинаміки буде дано Б. І. Колодієм в наступній статті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Д. Бэтчелор. Теория однородной турбулентности. ИЛ. М. (1955).
2. А. Н. Колмогоров. ДАН СССР, 30, 299—304 (1941).
3. E. Hopf J. Rat. Mech. Anal. 1, 87 (1952).

С. А. КАПЛАН, А. Н. КРАВЧУК

ДО СТАТИСТИЧНОЇ ТЕОРІЇ ГРАВІТУЮЧИХ СИСТЕМ

Для рішення багатьох задач космогонії, зоряної астрономії і небесної механіки необхідно знати функцію розподілу слабовзаємодіючих гравітуючих частинок. Наприклад, якщо вважати що планети сонячної системи утворилися при конденсації великого числа менших частинок (пил або газ), то функція розподілу мас планет в залежності від великих півосей a, ексцен-

триситетів e і нахилів орбіт до екліптики й повинна визначитись функцією розподілу первинних частинок, з яких утворювалась сонячна система.

При рішенні вказанних вище задач необхідно перш за все визначити аддитивні інтеграли руху всієї системи. В звичайній термодинаміці таким інтегралом є, як відомо, повна енергія системи. В обертових системах (наприклад, зоряні системи — галактики) необхідно враховувати ще повний момент імпульсу [1, 2] і третій інтеграл руху, який визначає розподіл частинок паралельно осі обертання [3]. Однак слід сказати, що вибір цих інтегралів руху є часто довільним [3, 4].

У випадку, коли ми маємо справу з статистичною системою гравітуючих частинок, які знаходяться в заданому зовнішньому полі і такому, що їх взаємна гравітаційна енергія значно менша їх енергії у зовнішньому полі (наприклад, планетна система), то ми можемо зразу вказати три інтеграли руху, не вносячи при цьому будь-яких довільних допущень. А саме, як показав ще Лагранж [5], при взаємному збуренні орбіт планет (частинок) зберігаються такі величини:

$$\sum_k m_k \sqrt{a_k}\, e_k^2 = \text{const.} \quad \sum_k m_k \sqrt{a_k}\, tg^2 i_k = \text{const.} \qquad (1)$$

Тут m_k — маса всіх частинок, що знаходяться в k-тому стані, який визначається великою піввіссю a_k, ексцентриситетом e_k і нахилом до екліптики i_k. Сума береться по всіх частинках системи.

Інтеграли руху (1) разом з повною енергією системи $\sum_k \frac{m_k}{a_k} = \text{const}$ й є тими трьома інтегралами руху, при допомозі яких ми можемо знайти функцію розподілу частинок (планет) у гравітаційному полі Сонця.

Скористаємось відомим методом Больцмана для слабовзаємодіючих систем, а саме, знайдемо екстремум функції $H = \sum_k m_k \ln m_k$ при умовах (1) і при умові збереження повної енергії і повної маси системи $\left(\sum_k m_k = \text{const}\right)$. Після елементарного обчислення методом довільних множників Лагранжа знаходимо функцію розподілу у вигляді:

$$m_k = C\, exp\left\{-\sqrt{a_k}\left(\alpha e_k^2 + \beta tg^2 i_k\right) - \frac{\gamma}{a_k}\right\}, \qquad (2)$$

де C, α, β і γ — додатні постійні величини. Неважко переконатись, що функція розподілу (2) якісно правильно описує розподіл великих півосей, ексцентриситетів і нахилів до екліп-

тики в сонячній системі. Наприклад, великі ексцентриситети і великі нахили до екліптики властиві тільки планетам з малими масами.

ЛІТЕРАТУРА

1. П. П. Паренаго. Курс звездной астрономии. Гостехтеориздат (1954).
2. К. Ф. Огородников. УАН, т. IV, 3 (1948).
3. Г. Г. Кузьмин. Изв. АН Эст. ССР, № 3, 368 (1953).
4. R. Hart, W. Guier. Phys. Reo., **97**, № 4, 841 (1955).
5. М. Ф. Субботин. Курс небесной механики, т. 2, ОНТИ (1937).

Р. П. ГАЙДА і О. К. МІНДЮК

ВИПРОМІНЮВАННЯ ФОТОНІВ ПРИ ЗІТКНЕННІ СКАЛЯРНИХ ЧАСТИНОК

Радіаційне зіткнення двох скалярних частинок є процесом третього порядку. Користуючись технікою Фейнмана-Дайсона, легко знайти матричний елемент, що відповідає такому процесові:

$$M_{12} = ie^3 (2\pi)^4 \left\{ - \frac{(p_1' + p_2')_\mu (p_1 + p_2 + k)_\mu (2p_2 + k)_\nu A_\nu}{(p_1' - p_2')^2 [(p_2 + k) + \mu^2]} - \right.$$

$$- \frac{(p_1' + p_2')_\mu (p_1 + p_2 - k)_\mu (2p_1 - k)_\nu A_\nu}{(p_1' - p_2')^2 [(p_1 - k)^2 + \mu^2]} +$$

$$+ \frac{(p_1 + p_2)_\mu (p_1' + p_2' + k)_\mu (2p_2' + k)_\nu A_\nu}{(p_1 - p_2)^2 [(p_2' + k)^2 + \mu^2]} +$$

$$+ \frac{(p_1 + p_2)_\mu (p_1' + p_2' - k)_\mu (2p_2' - k)_\nu A_\nu}{(p_1 - p_2)^2 [(p_1' - k)^2 + \mu^2]} +$$

$$+ \frac{(p_1' + p_2')_\nu A_\nu}{(p_1' - p_2')^2} -$$

$$\left. - \frac{(p_1 + p_2)_\nu A_\nu}{(p_1 - p_2)^2} \right\} \Phi^* (p_2) \Phi (p_1) \Phi^* (p_2') \Phi (p_1') \delta (p_1 +$$

$$+ p_1' - p_2 - p_2' - k). \qquad (1)$$

Тут p_1, p_1' і p_2, p_2' — відповідно початкові і кінцеві чотиримірні імпульси додатньо і від'ємно заряджених частинок; k — чоти-

римірний імпульс випромінюваного фотона; A_ν — потенціал випромінюваного фотона; $\Phi(p)$ — Фур'є — компоненти хвильової функції скалярних частинок; користуємося системою одиниць, в якій $\hbar = c = 1$.

Позначаючи буквою Q вираз у фігурних дужках матричного елементу (1), диференціальний ефективний переріз процесу запишемо у вигляді:

$$d\sigma = \frac{e^6}{16\,(2\pi)^5}\,\frac{[Q]^2\,p_2^{\,2}\,\omega^2\,d\omega\,d\Omega_1\,d\Omega}{p_1\,(\varepsilon_1+\varepsilon_1')\,\varepsilon_2\,\varepsilon_2'}\left(\frac{\partial E}{\partial p_2}\right)^{-1}. \qquad (2)$$

Тут $d\Omega_1 = \sin\vartheta_1 d\vartheta_1 d\varphi_1$ і $d\Omega = \sin\vartheta d\vartheta d\varphi$ — елементи тілесних кутів у напрямі векторів $\vec{k}$ і $\vec{p}_2$, причому за полярну вісь вибрано напрям вектора $\vec{p}_1$, так що $\vartheta_1 = (\vec{k}, \vec{p}_1)$, $\vartheta = (\vec{p}_2, \vec{p}_1)$, а $\varphi_1\,(\varphi)$ — кут між проекцією вектора $\vec{k}$ $(\vec{p}_2)$ на площину, перпендикулярну до вектора $\vec{p}_1$ і довільною прямою в цій площині, вибраною за вісь координат; ε_1, ε_1', ε_2, ε_2', — початкові і кінцеві енергії частинок, E — повна енергія системи частинок. Усі величини виражаємо в системі центра інерції.

Інтегрування перерізу (2) по кутах проведемо в нерелятивістському випадку, в якому формула (2) після підсумовування величини $|Q|^2$ по поляризаціях фотона набере вигляду:

$$d\sigma = \frac{\alpha r_o^{\,2}\,\mu^2}{\pi^2}\,\frac{p_2}{p_1}\,\frac{d\omega}{\omega}\,\frac{1}{q^4}\Big\{\,p_1^{\,2}\sin^2\vartheta_1 + p_2^{\,2}\sin^2\vartheta_2 - \\ - 2p_1\,p_2\,(\cos\vartheta - \cos\vartheta_1\,\cos\vartheta_2)\Big\}\,d\Omega_1\,d\Omega_2, \qquad (3)$$

де

$$r_o = \frac{e^2}{4\pi\mu} \qquad \alpha = \frac{e^2}{4\pi}$$

$$\omega = |\vec{k}| = \frac{p_1^{\,2} - p_2^{\,2}}{\mu}, \quad q^4 = (\vec{p}_1 - \vec{p}_2)^4.$$

Незалежними змінними вважаємо кути ϑ_1, φ_1, ϑ і φ, а кут ϑ_2 виражається співвідношенням:

$$\cos\vartheta_2 = \cos\vartheta_1\,\mathrm{ccs}\,\vartheta + \sin\vartheta_1\sin\vartheta\cos\varphi.$$

В результаті інтегрування одержимо спектральний розподіл фотонів:

$$d\sigma\,(\omega) = \frac{16}{3}\,\alpha r_o^{\,2}\,\frac{\mu^2}{p_1^{\,2}}\,\frac{d\omega}{\omega}\,\ln\,\frac{p_1+p_2}{p_1-p_2}\,. \qquad (4)$$

Якщо позначити буквою T початкову кінетичну енергію частинок,

$$T = \frac{p_1^2 + p_1'^2}{2\mu} = \frac{\tilde{p}_1^2}{\mu},$$

то (4) матиме вигляд:

$$d\sigma(\omega) = \frac{16}{3}\alpha r_0^2 \frac{\mu}{T}\frac{d\omega}{\omega} \ln \frac{1+\sqrt{1-\frac{\omega}{T}}}{1-\sqrt{1-\frac{\omega}{T}}}. \qquad (5)$$

В лабораторній системі координат, в якій одна з частинок, наприклад від'ємна, була нерухома до зіткнення, переріз (5) запишеться так:

$$d\sigma_{лаб}(\omega) = \frac{32}{3}\alpha r_0^2 \frac{\mu}{T_л}\frac{d\omega}{\omega} \ln \frac{1+\sqrt{1-\frac{\omega}{T_л}}}{1-\sqrt{1-\frac{\omega}{T_л}}}. \qquad (6)$$

Тут $T_л = \frac{p_{1л}^2}{2\mu}$ — кінетична енергія додатньої частинки в лабораторній системі координат перед зіткненням.

Формули (4)—(6) збігаються з відповідними формулами радіаційного зіткнення позитрона з електроном. Цей результат має місце тільки в нерелятивістському випадку, і він годиться з тим, що й інші процеси, в яких беруть участь нерелятивістські скалярні частинки, описуються в цьому наближенні такими самими формулами, що і частинки із спіном 1/2.

Р. П. ГАЙДА

ДО ПИТАННЯ ПРО ХВИЛЬОВУ ФУНКЦІЮ ЧАСТИНКИ СПІНУ 0

1. Як відомо, частинки із спіном, рівним нулю, описуються скалярним рівнянням

$$(\Box - \mu^2)\,\psi = 0, \qquad (1)$$

де μ — маса частинки, $\hbar = c = 1$.

Оскільки чотиримірний вектор

$$j_\mu = ie\left(\psi^* \frac{\partial\psi}{\partial x_\mu} - \frac{\partial\psi^*}{\partial x_\mu}\psi\right) \qquad (2)$$

задовольняє завдяки (1) рівнянню неперервності

$$\frac{\partial j_\mu}{\partial x_\mu} = 0, \tag{3}$$

то його можна вважати 4-вектором густини електричного струму скалярного поля, зокрема функція $\varrho = j_4/i$ є густиною зарядів.

У випадку дійсного поля $j_\mu = 0$. Тому прийнято вважати, що нейтральні частинки описуються дійсними функціями, а заряджені — комплексними.

Якщо розкласти функцію $\psi(\vec{r}, t)$ в ряд Фур'є

$$\psi(\vec{r}, t) = V^{-1/2} \sum_k (2k_o)^{-1/2} \left\{ a_k e^{i[(\vec{k},\vec{r}) - k_0 t]} + b_k e^{-i[(\vec{k},\vec{r}) - k_o t]} \right\},$$

де $k_0 = \sqrt{k^2 + \mu^2}$, то повний заряд ψ-поля дорівнюватиме:

$$q = \int \varrho dv = e \sum_k (a_k^* a_k - b_k^* b_k).$$

Звідси видно, що вирази $a_k^* a_k$ і $b_k^* b_k$ дають відповідно число додатніх і від'ємних частинок з імпульсом $\vec{k}$.

Таким чином, рівняння (1) описує одночасно і додатньо і від'ємно заряджені частинки. Отже, функція ϱ є густиною зарядів, зв'язаних з частинками обох знаків, у зв'язку з чим вона не є додатньо означена. Тому відношення ϱ/e, яке теж приймає і додатні і від'ємні значення, не можна інтерпретувати як густину імовірності виявити частинку в заданому елементі об'єму, і функцію ψ не можна назвати хвильовою функцією частинки. Ця обставина є результатом того, що рівняння (1), у протилежність рівнянню Дірака для частинок спіну 1/2, є рівнянням другого порядку відносно часу.

Тому природно поставити питання про можливість заміни рівняння (1) рівнянням першого порядку відносно часу, яке не приводило б до згаданих труднощів. Доцільність такої спроби підтверджується також такими міркуваннями.

а) Якщо абстрагуватися від взаємодії частинок з електромагнітним полем, то нема рації розрізняти заряджені і нейтральні частинки. Тому видається необгрунтованим згадане положення про те, що зарядженим частинкам відповідає комплексна розв'язка рівняння (1), а нейтральним — дійсна. Більш послідовно було б описувати і одні і другі частинки комплексними функціями, а умова нейтральності випливала б тоді просто з факту, що заряд частинки $e = 0$. В рамках теорії, основаної на рівнянні (1), таке припущення є неможливе, оскільки в випадку поля нейтральних частинок, яке описувалося б комплексними функціями, не можна було б пояснити

наявності двох систем коефіцієнтів — a_k і b_k. (Для дійсної ψ-функції незалежною є одна система, наприклад a_k).

До речі, вектор густини струму скалярних частинок в електромагнітному полі

$$j_\mu = ie\left(\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x_\mu} - \frac{\partial \psi^*}{\partial x_\mu}\psi\right) - 2e^2 A_\mu \psi^* \psi$$

не зникає, коли покласти $\psi^* = \psi$, так що з умови дійсності поля не випливає в цьому випадку його нейтральність.

б) Якщо і додатні і від'ємні частинки описуються одним рівнянням (1), то їх маси повинні бути точно рівні. В дійсності ж існують певні вказівки на те, що маси π^+ — і π^- — мезонів відрізняються приблизно на одну електронну масу.

2. Замінюючи в релятивістському співвідношенні

$$E = \sqrt{\mu^2 + p^2}$$

енергію E на $i\frac{\partial}{\partial t}$, а імпульс $\vec{p}$ на $i\nabla$ і застосовуючи одержаний таким чином оператор до функції ψ, одержимо рівняння:

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + i\sqrt{\mu^2 - \nabla}\right)\psi = 0. \tag{4}$$

Тут під оператором $\sqrt{\mu^2 - \Delta}$ будемо, за означенням, розуміти оператор, який, діючи на функцію

$$\psi(\vec{r}, t) = \sum_k c(\vec{k}, t)\, e^{i(\vec{k}\cdot\vec{r})}, \tag{5}$$

перетворює її в функцію

$$\sqrt{\mu^2 - \Delta}\,\psi = \sum_k \sqrt{\mu^2 + k^2}\, c(\vec{k}, t)\, e^{i(\vec{k}\cdot\vec{r})} =$$

$$= \sum_k k_0 c(\vec{k}, t)\, e^{i(\vec{k}\cdot\vec{r})}. \tag{6}$$

Виправданням для такого означення можуть служити дві обставини: по-перше, повторення операції (6) веде до тривіального співвідношення

$$(\mu^2 - \Delta)\psi = \sum_k k_0^2 c(\vec{k}, t)\, e^{i(\vec{k}\cdot\vec{r})};$$

по-друге, для імпульсів $|\vec{k}| < \mu$ формула (6) випливає з розкладу оператора $\sqrt{\mu^2 - \Delta}$ в ряд по степеням Δ/μ^2.

Загальну розв'язку рівняння (4) можна, згідно з (5) і (6), записати у вигляді:

$$\psi(\vec{r}, t) = V^{-1/2} \sum_k (2k_0)^{-1/2} a_k e^{i[(\vec{k}\cdot\vec{r}) - k_0 t]}. \qquad (7)$$

Функція (7) є, очевидно, також частинною розв'язкою рівняння (1). Тому, якщо для вектора густини струму зберегти означення (2), то рівняння неперервності (3) задовольняється. Повний заряд поля дорівнюватиме:

$$q = e \sum_k a_k^* a_k.$$

Звідси приходимо до висновку, що рівняння (4) описує частинки тільки одного знаку. Завдяки цьому з'являється можливість інтерпретувати відношення ϱ/e як густину імовірності.

Зауважимо, що народження фотоном пари скалярних частинок в чисто кулонівському полі (наприклад, в полі електрона), імовірність якого визначається в теорії, основаній на рівнянні (1), добутком операторів $a_k^* b_k^*$, є неможливе в пропонованій схемі. Це зумовлює принципіальну можливість експериментальної перевірки справедливості рівняння (4).

В. Б. КОБИЛЯНСЬКИЙ, М. Т. СЕНЬКІВ

РАДІАЦІЙНЕ РОЗСІЯННЯ ЕЛЕКТРОНІВ

Визначення імовірностей процесів вищих порядків зв'язане з великими обчислювальними труднощами [1, 2]. Тому являє інтерес груба оцінка матричних елементів і ефективних перерізів таких процесів.

В даній роботі розглядається процес четвертого порядку — розсіяння електрона на електроні з випромінюванням двох фотонів. У формулі перерізу

$$\sigma = \frac{2\pi}{v} \int |M|^2 \, dQ$$

для оцінки квадрата матричного елемента $|M|^2$ використаний метод аналогічний тому, який був застосований для подібної задачі мезодинаміки [3, 4].

Матричні елементи простіших процесів відповідно дорівнюють:

випромінювання фотона $\qquad A(0 \to 1) = \frac{1}{\sqrt{2\omega}} e_s e^{-ikx};$

вбирання фотона $A(1 \to 0) = \frac{1}{\sqrt{2\omega}} e_s e^{ikx}$;

випромінювання електрона $\bar{\psi}(0 \to 1) = e^{-ipx}$;

вбирання електрона $\psi(1 \to 0) = e^{ipx}$;

(e_s — поляризація, K, P — імпульси); енергія взаємодії між електроном і електромагнітним полем дорівнює:

$$H = \frac{e}{2zim} \int \left[\bar{\psi} \nabla \psi - (\nabla \bar{\psi}) \psi \right] A d\Omega.$$

Матричні елементи звичайного меллерівського розсіяння і випромінювання фотона відповідно дорівнюють

$$M_1 = \frac{e^2}{2m^2\omega^2} \vec{p}^2;$$

$$M_2 = \frac{e}{m} \frac{1}{\sqrt{2\omega_s}} \left[(\vec{p}_1 \vec{e}_s) + (\vec{p}_2 \vec{e}_s) \right],$$

де $\vec{p}_1$, $\vec{p}_2$ — початковий і кінцевий імпульси електрона, енергія фотона. Матричний елемент розсіяння електрона на електроні з випромінюванням двох фотонів (ω_1, ω_2) дорівнює:

$$M = \frac{8e^4}{3m^4} \vec{p}^2 (\vec{p}\vec{e}_1)(\vec{p}\vec{e}_2) \frac{1}{(\omega_1 + \omega_2)^3 (\omega_1\omega_2)^{1/2} (3\omega_1 + \omega_2)}$$

і відповідно ефективний переріз

$$d\sigma_\omega = \frac{12e^8}{\pi^5} \frac{T^{7/2}}{m^2} \frac{(2T - \omega_1 - \omega_2)^{1/2} \omega_1\omega_2}{(\omega_1 + \omega_2)^6 (3\omega_1 + \omega_2)^2} d\omega_1 d\omega_2,$$

де T — початкова кінетична енергія електрона в системі центра інерції. Обчислення, проведене для нерелятивістського випадку, коли можна нехтувати імпульсом фотона K.

ЛІТЕРАТУРА

1. Г. М. Гарибян. Изв. АН АрмССР, 5, 3 (1952).
2. Б. К. Федюшин. ЖЭТФ, 22, 140 (1952).
3. P. Bocchieri, G. Feldman, Phil. Mag., 45, № 370 (1954).
4. Э. Ферми. Элементарные частицы, ИЛ (1951).

Б. М. ПАЛЮХ

ПРО ПЕРЕЗАРЯДКУ $Ar^+ \to Ar$ $Kr^+ \to Kr$ і $Xe^+ \to Xe$

Найбільш імовірним результатом взаємодії повільних іонів з атомами власного газу є перезарядка. Однак ще для багатьох газів кількісних даних про цей процес в літературі відносно небагато. У даній роботі проведено вимірювання величини ефективного поперечного перерізу перезарядки іонів і атомів криптону, ксенону і аргону.

Експериментальна методика, прийнята в цій роботі, мало відрізнялася від застосованої раніше при вимірюваннях у парах ртуті [1]. Застосування більшої кількості сіток, ніж при вимірюваннях з ртуттю, дало змогу одержувати пучки іонів значно менших швидкостей. Проведено також ряд спеціальних вимірювань з метою більш точного врахування ефекту вторинної емісії електронів, звільнених з електродів ударами іонів і атомів. Установлено, що весь час, коли іони рухаються в затримуючому полі, на колектор потрапляють, крім швидких, неперезаряджених іонів, вторинні електрони. Величина цього електронного струму практично не змінюється, коли затримуюче поле зростає настільки, що іони не можуть потрапляти на колектор.

Для кожного з досліджуваних газів було обрано декілька означених енергій іонів, при яких проведено велику кількість вимірювань при різних тисках газу і різних довжинах розсівного проміжку.

Для визначення величини ефективного поперечного перерізу побудовано графіки залежності між $\lg \frac{I_o}{I} \Big/ l$ і тиском газу P_o (I_o — струм первинного пучка іонів, I — струм неперезаряджених іонів, l — довжина проміжку розсіяння, p_o — тиск газу, приведений до температури 0°С). По точках графіка в усіх випадках можна було з задовільною точністю провести прямі, які проходили через початок координат. Дані вимірювань наведені у таблиці (стор. 240).

Оскільки подані значення Q усередненими за енергіями іонів в інтервалі від 0,75 E до E[1,2], то вони, по суті, відповідають енергіям іонів, рівним $^7/_8$ E. Відхилення величин Q, одержаних при поодиноких вимірюваннях, від поданих у таблиці середніх значень не перевищувало в жодному випадку 8,5%. Значення Q для аргону дуже близькі до одержаних в інших роботах [2, 3, 4].

Екстраполяція кривої залежності ефективного поперечного перерізу перезарядки іонів і атомів аргону від швидкості іонів в область швидкостей до 25 кілоелектронвольт дала плавний її перехід в область експериментальних точок, одержаних М. В. Федоренко [5].

Значення для величини ефективного поперечного перерізу Q

Енергія іонів в електронвольтах E	Q $\frac{см^2}{см^3\ мм\ \text{рт. ст.}}$		
	Ar	*Kr*	*Xe*
10,5			298
17		218	
53	122	190	239
70		180	
140	104,5		
210	99	150	204
280	97		
425		138	190
990	80	118	173

Л. А. Сена подав грубу оцінку величини ефективного поперечного перерізу, згідно з якою ця величина повинна зростати обернено пропорціонально квадратові іонізаційного потенціалу газу, і наближену формулу залежності ефективного поперечного перерізу від енергії іонів [2].

Ю. Н. Демков також одержав досить наближений вираз [6] для величини перерізу резонансної перезарядки при різних енергіях іонів (від одного до декількох сотень електронвольт):

$$Q = \frac{13{,}3\pi}{2U_i}\left(10{,}5 - \frac{1}{2}\ln\frac{E}{A}\right)^2, \qquad (1)$$

де Q — ефективний поперечний переріз перезарядки в одиницях $\frac{см^2}{см^3\ мм\ \text{рт. ст.}}$, ($U_i$ — потенціал іонізації, A — атомна вага).

Результати вимірювань в криптоні і ксеноні показали, що згідно з передбаченням теорії ефективний поперечний переріз перезарядки зростає при зменшенні іонізаційного потенціалу газу. При цьому вид залежності ефективного поперечного перерізу від іонізаційного потенціалу більш близький до поданого Сена ніж Демковим, не дивлячись на те, що формула Демкова виведена більш строго.

Величина ефективного поперечного перерізу зменшується з ростом енергії іонів швидше, ніж це випливало б з теоретичних формул. У цьому відношенні формула Демкова більш відповідає результатам досліду.

Розходження між даними теорії і експерименту заключені в границях похибок теорії і досліду.

ЛІТЕРАТУРА

1. Б. М. Палюх и Л. А. Сена. ЖЭТФ, 20, 481 (1950).
2. Л. А. Сена. Столкновения электронов и ионов с атомами газа. ОГИЗ, М.—Л. (1948).
3. J. B. Hasted. Proc. Roy. Soc., A 205, 425 (1951).
4. R. F. Potter. J. Chem. Phys., 22, 974 (1954).
5. Н. В. Федоренко. ЖТФ, 24, 2113 (1954).
6. Ю. Н. Демков. Ученые записки Ленинградского университета, 146, вып. 8, стр. 74 (1952).

Д. И. АРЦИМОВИЧ

О НЕКОТОРЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ТЫЛОВЫХ МЕДНОЗАКИСНЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

Комплексное изучение явления инерционности тыловых меднозакисных фотоэлементов позволило вскрыть некоторые общие закономерности изменения спектральных характеристик в зависимости от технологии их изготовления.

Полученные закономерности, как нам кажется, могут послужить дополнительным основанием для построения более полной теории тыловых фотоэлементов.

В работе приводятся лишь некоторые качественные соображения, могущие быть положенными при построении соответствующей теории.

При изучении инерционных свойств тыловых меднозакисных фотоэлементов нами были изготовлены фотоэлементы, обладающие лишь одним спектральным максимумом в области длин волн $\lambda = 585\ m\mu$ и не обладающие обычной инфракрасной чувствительностью. Данные фотоэлементы были изготовлены при пониженном давлении окислительной среды $P = 45\ мм$ Hg. Подобные фотоэлементы обладают и весьма малой величиной собственного времени $\tau \sim 10^{-5}\ сек.$

При освещении таких фотоэлементов прямоугольными импульсами света с частотой $\nu = 1000\ гц$ осциллограмма фотоэдс представляла собой правильный прямоугольник. Форма осциллограмм не изменялась при изменении длины волны освещающего фотоэлемент света. Сильная дополнительная подсветка также не изменяла формы осциллограмм. При увеличении давления воздушной среды при окислении фотоэлемента до $P = 90\ мм$ Hg свойства фотоэлементов внезапно и резко меняются.

Форма осциллограмм подобных фотоэлементов при освещении их прямоугольными импульсами света становится сильно зависящей от длины волны освещающего света. На спектраль-

ных характеристиках данных фотоэлементов появляется дополнительная чувствительность в инфракрасной области.

Дополнительная подсветка сильно влияет на форму осциллограмм. Зависимость формы осциллограмм от длины волны освещающего фотоэлемент света может быть естественно объяснена емкостными явлениями, возникающими на обеих сторонах приконтактного слоя, граничащего с материнской медью, с одной стороны, и слоем закиси — с другой. Такой слой возникает при обычной технологии изготовления и может не возникать при пониженных давлениях окислительной среды.

Естественно предположить, что обе границы приконтактного слоя обладают фотоактивностью в смысле образования фотоэдс на обеих границах. Изучение кинетики изменения спектральных характеристик фотоэлементов при изменении технологии их изготовления может пролить свет на это явление.

Для исследования изменения вида спектральных характеристик в зависимости от технологии изготовления мы получили несколько серий образцов фотоэлементов при различном времени окисления и нормальном давлении ($T_{ok} = 1030°C$).

По мере увеличения времени окисления изменяется как структура слоя закиси, так и структура приконтактного слоя.

1. По мере возрастания времени окисления от 3 до 35 *м* красная граница фотоэдс смещается с 980 $m\mu$ для 3-минутного образца до 950 $m\mu$ — для 35-минутного (т. е. $\Delta E \sim 0{,}04$ *эв*).

2. Положение красного максимума при этом смещается от 620 $m\mu$ до 640 $m\mu$ ($\Delta E \sim 0{,}65$ *эв*).

3. Положение инфракрасного максимума смещается от 760 до 720 $m\mu$($\Delta E \sim 0{,}65$ *эв*).

Полученную закономерность (при учете предыдущих опытных фактов) можно трактовать следующим образом.

Все полученные фотоэлементы обладают приконтактным слоем. Фотоэдс образуется как на контакте между приконтактным слоем, так и на границе между слоем закиси и приконтактным слоем. Приконтактный слой, как известно, обладает повышенной концентрацией примесей. Кроме того, в силу характера ведения технологического процесса этот слой должен быть насыщен кислородом. Следовательно, ширина запрещенного участка у вещества приконтактного слоя должна быть меньше, чем у слоя закиси меди. Кроме того, положение уровня химического потенциала должно приближаться к границе нормальной зоны.

Таким образом, инфракрасный максимум можно отождествить с фотоэдс, образующейся на границе между приконтактным слоем и медью, а красный максимум — с фотоэдс, образующейся на контакте между приконтактным слоем и слоем закиси. Подобное предположение, естественно, объясняет закономерности изменения вида спектральных характеристик при увеличении времени окисления.

Например, начальный приконтактный слой образца обладает повышенной концентрацией кислорода и, следовательно, суженной шириной запрещенной зоны. Красная граница сдвинута в инфракрасную область, максимум размыт. По мере увеличения времени окисления приконтактный слой обедняется кислородом и ширина запрещенной зоны увеличивается. Красная граница при этом смещается в сторону более коротких длин волн. (На изменение ширины запрещенной зоны при изменении технологического приготовления закиси указывает, между прочим, определенная закономерность хода зависимости сопротивления закиси от температуры закалки).

Положение инфракрасного максимума также естественно смещается в сторону коротких длин волн (закись меди весьма прозрачна для инфракрасных волн). Смещение положения красного максимума в сторону более длинных волн объясняется, с одной стороны, увеличением толщины слоя закиси и, следовательно, фильтрацией света, а с другой стороны, возможно некоторым повышением концентрации кислорода в слое закиси меди, непосредственно прилегающей к приконтактному слою (за счет диффузии из него).

Промежуточный немонотонный характер изменения фотоэдс легко объясняется наложением двух спектральных характеристик фотоэдс, возникающих на обеих границах.

Полученная закономерность образования фотоэдс, как оказывается, не ограничивается меднозакисными элементами. При дальнейшем увеличении времени окисления граница между приконтактным слоем закиси должна постепенно сглаживаться, и мы должны получить фотоэлементы с одним максимумом (особенно если окисление вести при повышенной температуре). Так, В. Е. Лашкарев получил фотоэлемент с одним максимумом, изготовленным при большом времени окисления ($d = 0{,}25$ *мм*). Возможность варьирования технологии (например, насыщение слоя закиси кислородом) позволяет получить фотоэлементы с сильно развитой чувствительностью в инфракрасной области.

Д. И. АРЦИМОВИЧ

О НЕКОТОРЫХ ИНЕРЦИОННЫХ СВОЙСТВАХ ТЫЛОВЫХ МЕДНОЗАКИСНЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

Формирование фотоэдс вентильных фотоэлементов представляет собой сложный процесс и может быть раскрыто лишь при комплексном исследовании целой совокупности определяющих его явлений. Вопрос инерционности вентильных фотоэлементов является весьма актуальным с точки зрения

как теории, так и практики конструирования фотоэлементов с заданными характеристиками.

В настоящей статье рассматривается лишь частная закономерность, выявленная при исследовании общего вопроса инерционных свойств тыловых меднозакисных фотоэлементов, а именно — зависимость инерционных свойств меднозакисных фотоэлементов от одного из параметров технологического режима их изготовления — от времени их окисления.

Фотоэлементы изготовлялись путем окисления медных пластин, подготовленных согласно общей методике в высокочастотной печи в воздушной среде при нормальном давлении. Температура окисления — 1000°С.

Методика исследования инерционных свойств фотоэлементов заключалась в изучении электрического ответа фотоэлемента при освещении последнего прямоугольными импульсами света. После усиления электрический сигнал (фотоэдс) подавался на катодный осциллограф (ЭО-4), фотографировался и затем расшифровывался. Величина времени окисления при изготовлении фотоэлементов варьировалась в пределах от 10-20 секунд до 20 минут.

Таблица 1

№ образца	Время окисления (в *мин.*)	$\tau \times 10^5$ сек.
1	15	14
2	10	15
3	7	16
4	6	14
5	4	15
6	3	27
7	2	12
8	0,5	3

При анализе осциллограмм фотоэдс фотоэлементов было обнаружено, что величины собственных времен τ фотоэлементов значительно снижаются при уменьшении времени их окисления. Так, при уменьшении времени окисления от 20 минут до 10—20 секунд величина собственного времени падает от 15—20 $\times$ 10^{-5} сек. до 2—3 $\times$ 10^{-5} сек.

Уменьшение величины τ при уменьшении времени окисления происходит не монотонно, а проходит через максимум. Максимум величины τ наблюдается в интервале времен окисления 1,5—4 мин., смещаясь в сторону более коротких времен при увеличении температуры окисления T. Изменение величины τ при изменении времени окисления для одной из серий образцов (для момента спада фотоэдс, т. е. при выключении света) представлено в таблице 1.

Далее было выяснено, что как нарастание, так и спад фотоэдс фотоэлементов в общем случае происходит по сложному закону, характеризующемуся наличием двух процессов с различной величиной собственных времен. При этом величины собственных времен нарастания фотоэдс всегда больше вели-

чин времен спадания. Наличие двух значений собственнных времен обнаруживается в виде соответствующего излома кривых lg фотоэдс — время развертки — t, а в ряде случаев и при непосредственном рассмотрении осциллограмм фотоэдс фотоэлементов.

Интересно было проследить динамику изменения составляющих сложного процесса нарастания и спада фотоэдс.

У фотоэлементов, полученных при временах окисления 10—40 сек., нарастание и спад фотоэдс происходит по примерно одинаковому закону и осциллограммы фотоэдс представляют почти правильные прямоугольники вследствие малости τ.

Аналогичная картина имеет место и для фотоэлементов, полученных при больших временах окисления, с тем, однако, существенным различием, что вследствие сравнительно больших величин τ осциллограммы отличны от прямоугольных и нарастание и спад происходит по четко выраженному экспоненциальному закону.

Фотоэлементы, изготовленные в интервале времен окисления 1,5—4 мин., обладают двумя компонентами фотоэдс с резко выраженным различием времен, определяющих начальные и конечные стадии процесса нарастания (или спада), причем времена нарастания всегда больше соответствующих времен спада.

Изучение сложного характера нарастания или спада фотоэдс производилось методом электрического дифференцирования (при этом особенно эффективно применение частот разверток кратных основной частоте).

Фотоэлементы, полученные при временах окисления 10—15 сек., обладают величиной собственного времени порядка нескольких единиц $\times 10^{-5}$ сек. Оценка величин собственных емкостей и сопротивлений подобных фотоэлементов дает значения $C \sim 200$—500 *pF*.; $R \sim 50$—70 к. *ом*.

Необходимо отметить, что фотоэлементы, изготовленные за время окисления 1,5—4 минуты, обладают максимальным значением фотоэдс.

Д. И. АРЦИМОВИЧ

ОБ ИНЕРЦИОННЫХ СВОЙСТВАХ ТЫЛОВЫХ МЕДНОЗАКИСНЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПРИ ПОНИЖЕННОМ ДАВЛЕНИИ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Изучение явления инерционности тыловых меднозакисных фотоэлементов, изготовленных при нормальном давлении окислительной среды (воздуха) в высокочастотной печи, выявило сложный характер формирования фотоэдс во времени.

Было обнаружено, что как нарастание, так и спад фотоэдс фотоэлементов, полученных за время окисления 1,5—4 мин, при освещении последних периодически повторяющимися прямоугольными импульсами света характеризуется наложением по крайней мере двух процессов с различными величинами собственных времен τ, а также различными по величине амплитудами составляющих фотоэдс.

Далее было замечено, что фотоэлементы, полученные при малом общем времени окисления 10—30 сек., обладают весьма малой величиной собственного времени τ — порядка нескольких единиц на $\times 10^{-5}$ сек.

В целях выяснения внутреннего механизма полученных закономерностей и более детального изучения кинетики изменения свойств фотоэлементов, а также с целью получения устойчивых малоинерционных фотоэлементов было предпринято изучение свойств фотоэлементов, изготовленных при пониженных давлениях окислительной среды.

Комплексное исследование фотоэлементов, полученных при пониженных давлениях воздуха (осциллографическое, снятие спектральных и вольтамперных характеристик и микроскопические), привело к результатам, позволившим глубже вскрыть природу инерционности меднозакисных фотоэлементов, а также установить основные элементы технологии изготовления фотоэлементов с заданными характеристиками.

Для исследования изменения инерционных свойств фотоэлементов в зависимости от давления окислительной среды было приготовлено 5 серий фотоэлемента (по 10—15 образцов в серии) при различных давлениях воздуха. Величина давления при окислении медных пластин для изготовления фотоэлементов варьировалась от 20 до 530 *мм* Hg. Температура окисления поддерживалась равной 1000°C.

Предварительное разогревание и последующее охлаждение производились при давлении $P = 10^{-4}$ *мм* Hg.

В зависимости от величины давления получены фотоэлементы с существенно различными качественными характеристиками. Первая серия образцов была получена при давлении $P = 45$ *мм* Hg. Выбор величины давления определялся получением образцов хорошего качества за время окисления 10—30 минут.

Образцы, полученные при этом давлении, обладают целым рядом специфических особенностей. Инерционность подобных фотоэлементов весьма мала.

Величина собственного времени τ имеет порядок 10^{-5} сек. и менее. Спектральные характеристики обладают лишь одним единственным острым максимумом, смещенным в область более коротких длин волн, $\lambda_{max} = 585$ *mμ* вместо обычного 1-го максимума в области $\lambda_{max} = 630$ *mμ*.

Коэффициент выпрямления имеет порядок нескольких единиц. Микроскопические исследования показали чрезвычайно мелкозернистое строение слоя закиси. Образцы имеют розовую окраску, поверхность матовая.

Осциллограммы подобных образцов фотоэлементов при освещении прямоугольными импульсами света с частотой $\nu = 950$ *Hz* имеют правильную прямоугольную форму. Частотные характеристики подобных фотоэлементов не обнаруживают спада во всем интервале исследованных частот (до 1000 *Hz*), в то время как образцы фотоэлементов, полученных при обычной технологии, обнаруживают спад частотных характеристик, доходящих до 50% в том же интервале частот.

Форма осциллограмм фотоэдс подобных фотоэлементов не изменяется при изменении длины волны света, освещающего фотоэлемент. При изменении длины волны изменяется лишь амплитуда фотоэдс. Максимальное значение амплитуды фотоэдс — при освещении светом с длинной волны $\lambda = 585$ *mμ*. Форма осциллограмм не меняется ни при изменении интенсивности освещения, ни при дополнительной сильной подсветке, ни при освещении светом немонохроматическим.

Дополнительная сильная подсветка (с интенсивностью в несколько раз большей интенсивности основного освещения), не изменяя форму осциллограмм, лишь едва заметно снижает величину фотоэдс.

Величина емкости подобных фотоэлементов имеет порядок 10^3—10^4 *pF*. Сопротивление $R \sim 10^3$—10^4*ом*.
Величина собственного времени τ порядка 10^{-5} сек. и менее. Чувствительность — в 1,2 — 1,5 раза больше, чем у образцов, полученных при обычной технологии.

Фотоэлементы сохранили свои характеристики более 3 лет.

Дальнейшее исследование образцов фотоэлементов, изготовленных при пониженном давлении, показало, что при увеличении давления окислительной среды свойства фотоэлементов внезапно и резко изменяются. Изменение свойств фотоэлементов происходит при давлении $P \sim 90$ *мм* Hg.

Наиболее резкие изменения происходят в интервале давлений $P \sim 120 - 160$ *мм* Hg. При дальнейшем увеличении давления свойства фотоэлементов постепенно приближаются к свойствам образцов, полученных при нормальном давлении.

Фотоэлементы, изготовленные при давлении $P = 90$ *мм* Hg и выше, обладают той особенностью, что инерционные свойства их становятся сильно зависящими от длины волны освещающего фотоэлемент света. Эта зависимость проявляется в резком изменении формы осциллограмм фотоэдс фотоэлементов при изменении длины волны λ.

Одновременно на спектральных характеристиках подобных фотоэлементов появляется второй спектральный максимум в области более длинных волн.

Осциллограммы фотоэдс подобных фотоэлементов при освещении длинноволновым светом (740—600 $m\mu$) обладают резко выраженным изломом как в области нарастания фотоэдс, так и в области спада.

Довольно быстрое нарастание фотоэдс в начальной области сменяется более медленным в дальнейшем. Спад фотоэдс происходит вначале очень быстро, а затем резко сменяется на очень пологий. По мере уменьшения длины волны освещающего фотоэлемент света осциллограммы все более приближаются к прямоугольной форме. В области длин волн ~ 566 $m\mu$ осциллограммы представляют собой правильные прямоугольники. При дальнейшем уменьшении длины волны на осциллограммах возникает пик прямой полярности в начальной области нарастания фотоэдс и пик обратной полярности в области спада.

Анализ подобных осциллограмм приводит неизбежно к выводу, что в электрической эквивалентной схеме фотоэлемента присутствует, кроме обычной параллельно включенной емкости, еще и последовательно включенная емкость. При изменении длины волны величина этой емкости изменяется (точнее сказать, может быть, — удельный вес ее). Она максимальна в области длинных волн и минимальна в области коротких. Дополнительная подсветка сильно меняет форму осциллограмм, сдвигая их в область более длинных волн, т. е. увеличивая последовательно включенную емкость.

Сопротивление подобных фотоэлементов имеет величину от нескольких сотен *килоом* до нескольких *мегом*.

Вид частотных характеристик таких фотоэлементов сильно зависит от длины волны освещающего фотоэлемент света. При освещении светом определенной длины волны ($\lambda \sim 565$ $m\mu$) происходит как бы автокоррекция — осциллограмма становится прямоугольной, а частотная характеристика — линейной.

Изучение величин собственных времен τ подобных фотоэлементов производилось методом электрического дифференцирования.[1]

О. С. ПІЗІО

ФАЗОВІ СПІВВІДНОШЕННЯ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ

За останній час значно збільшилося застосування електромеханічних перетворювачів, у яких використовуються фазові

[1] Результаты исследования вышеприведенных фотоэлементов были доложены нами в апреле 1953 г. на Научной конференции Львовского политехнического института.

співвідношення, тому питання їх дослідження стало особливо актуальним.

Автор цієї статті в лабораторії коливань і радіотехніки кафедри експериментальної фізики Львівського університету проводив теоретичні та експериментальні дослідження фазових співвідношень в ряді типів електромеханічних перетворювачів, а саме: п'єзоелектричних, магнітострикційних, індуктивних та ємнісних. Загальний підхід до цього питання зроблено на основі представлення електромеханічних перетворювачів як чотириполюсників і використано для їх аналізу теорію чотириполюсника.

На основі теорії електромеханічних аналогій збудовано ряд заступних електричних схем, що дало можливість проводити дослідження як на реальних перетворювачах, так і на їх заступних електричних схемах.

Як відомо, методи електричного моделювання неелектричних величин знайшли широке застосування, особливо там, де дослідження на реальній системі утруднене або зовсім неможливе. В нашому випадку проведення досліджень на заступній електричній схемі повністю себе виправдало. По-перше, набагато спростився сам процес експериментального дослідження, оскільки вимірювати доводилось виключно електричні величини. По-друге, це дало можливість відносно просто активно впливати на величину окремих елементів схеми і тим самим вказати методи активного впливу на величину фазових співвідношень у реальній системі.

При дослідженні використовувалися різні варіанти заступних схем, однак найбільш вигідними виявилися схеми з проміжним трансформатором, який по можливості наближався до ідеального і був електричним аналогом ідеального електромеханічного перетворювача.

Розрізняються внутрішні і зовнішні фазові співвідношення, як і внутрішній та зовнішній коефіцієнт електромеханічного перетворення.

Внутрішні фазові співвідношення — це співвідношення безпосередньо на затискачах ідеального електромеханічного перетворювача. Вони постійні і визначаються виключно на основі фізичного закону, покладеного в основу електромеханічного ефекту в системі. Наприклад, у перетворювачах індуктивного типу (сюди можна віднести і лінеаризовані магнітострикційні системи) зусилля по механічній стороні виникають внаслідок протікання струму по електричній стороні, а напруги по електричній стороні — внаслідок руху (швидкості) по механічній стороні і співпадають по фазі.

В перетворювачах ємнісного типу (сюди також можна віднести п'єзоелектричні системи) зусилля по механічній стороні виникають внаслідок існування зарядів по електричній сто-

роні, а напруга по електричній стороні — внаслідок переміщень по механічній стороні і співпадають по фазі.

Якщо ж розглядати усі явища відносно напруг і струмів по електричній стороні та відносно сил і швидкостей по механічній стороні, то в перетворювачах ємнісного типу між силами і струмами та між напругами і швидкостями матимемо фазові зсуви на 90°, оскільки між струмом і зарядом та відповідно між швидкістю і переміщенням існує саме такий фазовий зсув.

На основі таких міркувань можна побудувати стабільні векторні діаграми для окремих типів електромеханічних перетворювачів з врахуванням фазових зсувів у них.

Розглянуті фазові співвідношення мають місце на стику електричної та механічної сторони перетворювача, тобто на затискачах ідеального електромеханічного перетворювача, і можуть бути визначені експериментально на перетворювачі в режимі холостого ходу та короткого замикання його сторін.

Активно впливати на внутрішні фазові співвідношення ми не можемо, але маємо можливість використовувати практично, поставивши перетворювач в один із згаданих режимів роботи.

Зовнішні фазові співвідношення — це співвідношення, які спостерігаються на зовнішніх затискачах електромеханічного перетворювача. Вони включають внутрішні та додаткові фазові співвідношення.

Додаткові фазові співвідношення утворюються по різні сторони перетворювача за рахунок існування в них робочих і запасливих елементів (як робочі опори, котушки, конденсатори, маси, пружини, трансформатори, важелі і т. п.). Крім того, додаткові фазові співвідношення залежать від багатьох зовнішніх факторів, найважливіші з яких — навантаження та робоча частота.

На основі теоретичних та експериментальних досліджень зовнішніх фазових співвідношень побудовані кругові векторні діаграми, що наочно показують весь перебіг фазових залежностей як фукції навантаження, частоти та інших факторів.

Зовнішні фазові співвідношення можуть бути визначені експериментально шляхом вимірювань на електромеханічному перетворювачі при довільному режимі його роботи. Активно впливати на зовнішні фазові співвідношення можна довільним способом — шляхом перебудови самого перетворювача, тобто зміною його внутрішніх елементів або зміною зовнішних умов, серед яких найвигідніше змінювати навантаження.

Дослідження фазових співвідношень в електромеханічних перетворювачах тісно пов'язане з дослідженнями на електромеханічних перетворювачах, які проводяться автором, і дає матеріал, що може бути використаний при проектуванні, дослідженні та застосуванні як відомих, так і нових типів електромеханічних перетворювачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. А. А. Харкевич. Теория преобразователей. Госэнергоиздат, 1948.
2. В. В. Фурдуев. Теоремы взаимности, Гостехиздат, 1948.
3. Ю. Т. Величко. Теорія прохідних чотириполюсників, Автореферат докт. дисертації, Львів—Київ, 1950.
4. П. И. Зубков. Приложение к книге М. Ф. Гарднера и Дж. Бернса «Переходные процессы в линейных системах», ГИТТЛ, 1951.

В. В. ПОРФИРЬЕВ

О ПОЛЕ ЛУЧИСТОГО ДАВЛЕНИЯ В ПЛАНЕТАРНОЙ ТУМАННОСТИ, РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ С ГРАДИЕНТОМ СКОРОСТЕЙ

Рассмотрим лучистое равновесие планетарной туманности, расширяющейся с градиентом скоростей. Для простоты рассмотрим туманность, ограниченную поверхностями с радиусами r_1 и r_2. Туманность будем считать чисто водородной.

Уравнения лучистого равновесия и лучистого переноса для поля L_c-излучения могут быть записаны в виде

$$B(r) = \frac{p}{4\pi}\left[\int I d\omega + \pi S \left(\frac{r_1}{r}\right)^2 e^{-\int_{r_1}^{r} \varkappa n(r)\, dr}\right]. \qquad (1)$$

$$\cos\Theta \frac{\partial J}{\partial r} + \frac{\sin\Theta}{r}\frac{\partial J}{\partial \Theta} = \varkappa n [B - I]. \qquad (2)$$

Решение этих уравнений находилось в приближении Эддингтона. В этом приближении уравнение (2) заменяется двумя уравнениями, которые после замены переменных

$$x = \varkappa r \qquad J = p\pi Su \qquad H = p\pi Sy \qquad (3)$$

принимают вид

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{2}{x}y + n(x)\left[\left(\frac{x_1}{x}\right)^2 e^{-\int_{x_1}^{x} n(x)\, dx} - (1-p)u\right], \qquad (4)$$

$$\frac{du}{dx} = -3n(x)\, y. \qquad (5)$$

Здесь $\varkappa$ — коэффициент поглощения на один атом в ляйма-

новском континууме, $J = \frac{1}{4\pi}\int J d\omega$, $H = \int I\cos\Theta d\omega$ — поток L_c-излучения, πS — падающий на внутреннюю поверхность туманности поток L_c-излучения, p — вероятность перехода континуум — основной уровень. Считая оптическую толщу туманности достаточно большой, можно положить, что на внешней границе плотность рассеянного L_c-излучения достаточно мала, тогда $J = 0$. Второе граничное условие получается из равенства нулю потока на внутренней границе туманности.

Поле L_α-излучения рассчитывалось, согласно Соболеву [1], по формулам

$$C(r) = \frac{6w}{2\frac{v}{r} + \frac{dv}{dr}} \quad \frac{1-p}{p} \quad \frac{\nu_\alpha}{\nu_c} \quad n\alpha \quad B(r), \tag{6}$$

$$H_{L_c} = -\frac{4\pi}{3n\alpha} \quad \frac{dC}{dr}. \tag{7}$$

Здесь α — коэффициент поглощения в линии L_α, w — средняя термическая скорость атомов, v — скорость расширения туманности. После подстановки (1), (3) и (6) в (7) выражение для потока L_α-излучения приводится к виду

$$H_{L_\alpha} = \text{const} \cdot f(x). \tag{8}$$

Для вычисления отношения силы лучистого давления к силе притяжения центральной звезды были приняты следующие значения основных параметров:

$r_1 = 1.25 \cdot 10^{17}$ *см*; $n = 20$ *см*$^{-1}$; $T_e = 10000^0$;

$r_2 = 1{,}62 \cdot 10^{17}$ *см*; $p = 0{,}5$; $T_* = 65000^0$;

$v = 34{,}4$ *км/сек*; $\varkappa = 5 \cdot 10^{-18}$; $R_* = 6{,}5 \cdot 10^{10}$ *см*;

$dv/dr = 1{,}7 \cdot 10^{-16}$ *км/сек см*$\cdot w = 0{,}2$ *км/сек*.

Принятая величина средней термической скорости атомов соответствует учету поглощения только в центральных частях линии. Уравнения (4) и (5) интегрировались численными методами в предположении, что распределение плотности в туманности описывается формулой

$$n = Ar^2 + Br + C. \tag{9}$$

Окончательно отношение силы лучистого давления к силе притяжения центральной звезды может быть представлено в виде

$$\mu = \frac{0.122 \cdot 10^{11}}{g}\left[\frac{f(x)}{1 + \frac{n^+}{n}}\left(\frac{x}{x_1}\right)^2\right], \tag{10}$$

где g — ускорение силы тяжести на поверхности центральной звезды. Отношение $\frac{n^+}{n}$ оценивалось по формуле Гаунта.

Распределение поля лучистого давления внутри планетарной туманности

r	n	$\frac{n^+}{n}$	μ
$1{,}29 \cdot 10^{17}$	10,8	$8{,}4 \cdot 10^3$	$-0{,}975 \cdot \frac{10^8}{g}$
1 32	19 2	5 6	−0,308
1 35	25,2	4 0	+0,230
1 40	28 8	2 3	1 088
1 43	30 0	2 0	1 855
1 47	28 8	1 6	1 750
1 50	25 2	1 0	1 650
1 54	19 2	0 8	1 396

Из таблицы мы видим, что учет расширения туманности не приводит к существенному уменьшению роли лучистого давления. Это обстоятельство легко объяснить тем, что область, из которой излучение может прийти в данную точку, определяется не эффектом Доплера, как это предполагает В. В. Соболев, а поглощением излучения в самой туманности. Следует отметить, что действие лучистого давления должно приводить к резкому увеличению градиентов скоростей в планетарных туманностях. Поскольку наблюдаемые градиенты скоростей невелики, то, по-видимому, в планетарных туманностях действуют также и магнитные силы.

Считаю своим приятным долгом принести глубокую благодарность доценту А. Ф. Богородскому за руководство работой.

ЛИТЕРАТУРА

В. В. Соболев. АЖ, 22, 110/1944.

В. В. ПОРФИРЬЕВ

К ВОПРОСУ О ЛУЧИСТОМ РАВНОВЕСИИ ПЛАНЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЕЙ

До настоящего времени исследования лучистого равновесия планетарных туманностей ограничивались главным образом случаем достаточно тонкой туманности, когда ее слои

можно считать плоско параллельным [1, 2]. В настоящей работе рассматривается случай достаточно толстой туманности, в которой необходим учет кривизны слоев.

Остановимся на наиболее простом случае статической планетарной туманности с равномерным распределением плотности. Туманность будем считать чисто водородной. Будем также считать, что туманность представляет собой сферический слой, ограниченный поверхностями радиусами r_1 и r_2.

Уравнения лучистого равновесия и лучистого переноса для поля L_c-излучения запишутся в следующем виде (3):

$$p\left[\int J d\omega + \pi S \left(\frac{r_1}{r}\right)^2 e^{-\alpha (r - r_1)}\right] = 4\pi B, \tag{1}$$

$$\cos\Theta \frac{dJ}{d\Theta} + \frac{\sin\Theta}{r} \frac{dJ}{d\Theta} = \alpha [B - J]. \tag{2}$$

Здесь p — вероятность перехода континуум — основной уровень, πS — падающий на внутреннюю границу поток L_c-излучения, α — коэффициент поглощения на 1 $см^3$, принимаемый для туманности постоянным.

Будем решать эти уравнения в приближении Эддингтона. Как известно, в этом приближении уравнения (1) и (2) заменяются уравнениями

$$\frac{dH_{Lc}}{dr} + \frac{2}{r} H_{L_c} = \alpha [4\pi B - J], \tag{3}$$

$$\frac{1}{3\alpha} \frac{dJ}{dr} = - H_{L_c}. \tag{4}$$

Из этих уравнений, делая очевидные подстановки, получим

$$\frac{d^2 J}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dJ}{dr} + 3\alpha^2 (\bar{p} - 1) J + \\ + \frac{3\alpha^2 p\ r^2_1 \pi S}{r^2} e^{-\alpha(r - r_1)} = 0. \tag{5}$$

Вводя обозначения

$$3\alpha^2 (1 - p) = a^2; \qquad 3\alpha^2 p r^2_1 \pi S = D \tag{6}$$

и производя подстановку

$$J = \frac{D}{r} y, \tag{7}$$

преобразуем уравнение (5) к виду

$$\frac{d^2 y}{dr^2} - a^2 y = - \frac{1}{r} e^{-\alpha (r - r_1)}. \tag{8}$$

Решение этого уравнения, которое легко получить, методом вариации произвольных постоянных, имеет вид

$$y = \frac{1}{2a} e^{-a(r-r_1)} F_1(r) -$$

$$- \frac{1}{2a} e^{+a(r-r_1)} F_2(r) + \frac{C_1}{2a} e^{-a(r-r_1)} + \frac{C_2}{2a} e^{a(r-r_1)}, \quad (9)$$

$$F_1 = \int_{r_1}^{r} \frac{1}{t} e^{-(\alpha-a)(t-r_1)} dt;$$

$$F_2 = \int_{r_1}^{r} \frac{1}{t} e^{-(\alpha+a)(t-r_1)} dt. \quad (10)$$

Подставляя теперь (9) в (7), а полученное выражение — в (4), получим для плотности и потока L_c-излучения следующие выражения:

$$J = \frac{D}{2ar} \left\{ [F_1(r) + C_1] e^{-a(r-r_1)} - [F_2(r) - C_2] e^{a(r-r_1)} \right. \quad (11)$$

$$H_{L_c} \frac{D}{2aar^2} \left[(ar+1)(F_1(r) + C_1) e^{-a(r-r_1)} + \right.$$

$$\left. + (ar-1)(F_2(r) - C_2) e^{a(r-r_1)} \right]. \quad (12)$$

Найдем граничные условия. Первое условие может быть получено из равенства нулю потока на внутренней границе туманности. С другой стороны, если оптическая толща туманности много больше единицы, то с большой степенью точности можно положить, что все L_c-излучение перерабатывается внутри туманности в L_α-излучение. В этом случае на внешней границе туманности имеем $J = 0$.

Принимая указанные граничные условия, получим

$$C_1 = \gamma C_2; \; \gamma = \frac{ar_1 - 1}{ar_1 + 1};$$

$$C_2 = - \frac{e^{-a(r_2-r_1)} F_1(r_2) - e^{a(r_2-r_1)} F_2(r_2)}{\gamma e^{a(r_2-r_1)} + e^{-a(r_2-r_1)}}. \quad (13)$$

Рассмотрим теперь поле L_α-излучения. Для поля L_α-излучения уравнения лучистого равновесия и лучистого переноса имеют вид

$$C(r) = \frac{1}{4\pi} \int K d\omega + \frac{\nu_\alpha}{\nu_c} \frac{a}{kn} \frac{1-p}{p} B(r), \quad (14)$$

$$\cos\Theta\,\frac{\partial K}{\partial r}-\frac{\sin\Theta}{r}\,\frac{\partial K}{\partial\Theta}=Kn\,[C\,(r)-K], \tag{15}$$

Обозначая

$$\frac{\nu_\alpha}{\nu_c}\,\frac{\alpha}{Kn}\,\frac{1-p}{p}=f;\quad nK=\beta \tag{16}$$

и переходя к приближению Эддингтона, получим

$$\frac{d\,H_{L_\alpha}}{dr}+\frac{2}{r}\,H_{L_\alpha}=4\,\pi f\beta B\,(r). \tag{17}$$

Решение этого уравнения можно написать сразу. Оно имеет вид

$$H_{L_\alpha}=\frac{4\pi f\beta}{r^2}\int_{r_1}^{r}xB\,(x)\,dx \tag{18}$$

Подставляя (11) в (1), а полученное выражение — в (18), получим следующее выражение для потока L_α -излучения:

$$H_{L_\alpha}=\pi S\frac{\nu_\alpha}{\nu_c}\left(\frac{r_1}{r}\right)^2\left[1-e^{-\alpha(r-r_1)}\right]-$$

$$-\pi S\frac{\nu_\alpha}{\nu_c}\left(\frac{r_1}{r}\right)^2\frac{1}{2\sqrt{3\,(1-p)}}\left[(\alpha r+1)(F_1(r)+C_1)\,e^{-\alpha(r-r_1)}+\right.$$

$$\left.+(\alpha r-1)\,(F_2\,(r)-C_2)\,e^{\alpha(r-r_1)}\right]. \tag{19}$$

Непосредственная оценка выражения, входящего в фигурные скобки, показывает, что учет кривизны слоев не меняет наших представлений о роли лучистого давления в планетарных туманностях.

По-видимому, можно считать, что учет кривизны слоев необходим лишь при рассмотрении туманностей, не обладающих значительной внутренней полостью. Для туманностей, обладающих такой полостью, предположение о плоско-параллельности слоев является достаточно хорошим приближением.

В заключение приношу глубокую благодарность доценту А. Ф. Богородскому за руководство работой и доценту С. А. Каплану за ряд ценных замечаний о работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян. Изв. ГАО 13, № 3 (1933).
2. В. А. Амбарцумян. Ученые записки Ленингр. университета № 31 (1931).
3. В. А. Амбарцумян. Теоретическая астрофизика. Гостехиздат (1939).

Примітка. Статті цього розділу надійшли до видавництва у червні 1956 р.

Доповіді та повідомлення
Львівського державного університету імені Ів. Франка
Випуск VII, частина III 1957

МЕХАНІКА ТА МАТЕМАТИКА

И. Н. ПЕСИН

ОБ ОДНОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ КВАЗИКОНФОРМНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ

Р. Каччиополи [1] ввел в рассмотрение класс отображений $W=(z)$, именуемых в дальнейшем q — отображениями, обладающих следующими свойствами: а) $f(z)$ осуществляет внутреннее отображение некоторой области G_z, $f(G_z) = G_w$; б) почти на всех сечениях $x=c$, $y=c$ области имеет место абсолютная непрерывность отображения; в) если $\lambda = \lim\limits_{\Delta z \to 0} \left|\frac{\Delta W}{\Delta z}\right|$, $\Lambda = \overline{\lim\limits_{\Delta z \to 0}} \left|\frac{\Delta W}{\Delta z}\right|$, то почти всюду $q\lambda \geqslant \Lambda$.*

Такие отображения еще ранее рассматривались Б. В. Шабатом в качестве решений эллиптической системы линейных дифференциальных уравнений. Среди других недоказанных утверждений Каччиополи посчитал очевидным следующее: q — отображение обладает N — свойством почти на всех кривых $u(x, y)=c$, $v(x, y)=c$, где $u+iv$ — аналитическая функция в G_z. Я не вижу, каким образом такое утверждение непосредственно вытекало бы из определения q — отображения. Однако оно будет следовать из такой общей теоремы:

Теорема. q — отображение является общим Q-квазиконформным отображением.

Прежде всего, несколько непосредственно устанавливаемых свойств Q — отображения**: 1) из условия в) и теоремы В. В. Степанова следует дифференцируемость q — отображения почти всюду; 2) из свойства б) и теоремы В. В. Меньшова следует возможность применимости к q — отображениям формулы

---

* Каччиополи требовал от q — отображений положительности якобиана почти всюду; можно показать, что это условие есть следствие остальных.

** По поводу этих свойств см. [2].

Грина; 3) q — отображения инвариантны относительно конформных преобразований в плоскости W и преобразований подобия, переноса и отражения относительно прямой в плоскости z.

Доказательство теоремы базируется на следующих леммах.

Лемма 1. Семейство q — отображений компактно.

Доказательство. Достаточно показать равностепенную непрерывность класса, которая устанавливается таким же образом, как соответствующая лемма М. А. Лаврентьева [3] для (p,Θ)— квазиконформных отображений, причем вместо окружностей рассматриваются концентрические квадраты и используется преобразование симметрии относительно сторон квадрата.

Лемма 2. Пусть $p(z)$ — характеристика q — отображения $W=f(z)$ круга $|z|<1$ на круг $|W|<1$ и $f(0)=0$; $f(1)=1$ и $\iint\limits_E (p(z)-1)a\sigma_z < \varepsilon$, где E — множество точек, в которых якобиан отображения $W=f(z)$ положителен. Тогда

$$|f(z)-z| \leqslant \lambda(\varepsilon),\ \lim_{\varepsilon\to 0} \lambda(\varepsilon)=0.$$

Доказательство леммы основано на применении формулы Грина, а затем теоремы Морера.

Доказательство теоремы. Достаточно рассмотреть отображение $w=f(z)$ круга $|z|<1$ на круг $|w|<1$. Характеристика $p(z)$ отображения определена почти во всех точках, в которых якобиан отображения положителен; доопределим ее во всем круге $|z|<1$ произвольной постоянной и затем определим последовательность измеримых множеств E_n, $|E_n|\to\pi$ и функций $p_n(z)$, $\Theta_n(z)$, $p_n(z)\leqslant q$, непрерывных в круге $|z|\leqslant 1$, причем $p_n(z)=p(z)$ при $z\in E_n$, а $\Theta_n(z)$ совпадает с характеристикой $\Theta(z)$ отображения $W=f(z)$ в тех точках множества E_n, в которых $p(z)>1$. Пусть $p_n(W)=p_n(f^{-1}(W))$, $\Theta_n(W)=\Theta_n(f^{-1}(W))$; $p_n(W)$, $\Theta_n(W)$ непрерывные функции в круге $|W|<1$. В силу известных результатов Б. В. Шабата существует последовательность квазиконформных отображений $\varphi_n(W)$ круга $|W|<|$ на круг $|\zeta|<1$, непрерывно дифференцируемых с характеристиками $p_n^x(W)$, $\Theta_n^x(W)$, $|p_n^x(W)-p_n(W)|<\varepsilon_n|\Theta_n^x(W)-\Theta_n(W)|<\varepsilon_n$, с нормировкой $\varphi_n(0)=0$, $\varphi_n(1)=1$. В силу дифференцируемости при этих отображениях множество длины нуль переходит в множество длины нуль. Последовательность ε возьмем настолько быстро сходящейся к нулю, чтобы семейство эллипсов с характеристиками $p_n(W)$, $\Theta_n(W)$ при этих отображениях переходило в регулярное семейство (см. [2]) кривых с параметром $1+\alpha_n$, причем $\alpha_n(W)\to 0$ равномерно в $|W|<1$. Таким образом,

последовательность отображений $\Psi_n(z) = \varphi_n(f(z))$, являющихся, очевидно, q — отображениями, удовлетворяет условиям леммы 2, поэтому всякая окружность $|z - z_o| = r$ плоскости z преобразуется в кривую Γ, для которой

$$\lim \frac{\max\limits_{|z-z_0|=r} |\Psi_n(z) - \Psi_n(z_o)|}{\min\limits_{|z-z_0|=r} |\Psi_n(z) - \Psi_n(z_o)|} = 1.$$

Из написанного соотношения и из теоремы искажения при квазиконформных отображениях следует, что семейство окружностей с центром в произвольной точке z преобразуется в регулярное семейство кривых в плоскости w с параметром регулярности, верхняя грань которого в круге $[w] < 1$ зависит от q. Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. Cacciopoli. Atti Nazionale dei Lincei, **13**, № 5, 197—204 (1952).
2. И. Н. Песин. ДАН СССР, **102**, № 2, 223—224 (1955).
3. М. А. Лаврентьев. Математический сборник, **42**, № 4, 407—424 (1935).

С. А. ГРАЧ

ИЗГИБ КРУГЛОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ПЛИТЫ, КРАЯ КОТОРОЙ ПОДКРЕПЛЕНЫ ТОНКИМИ УПРУГИМИ КОЛЬЦЕВЫМИ РЕБРАМИ ЖЕСТКОСТИ

§ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Круглые и кольцевые плиты в качестве элементов конструкций встречаются на практике весьма часто. Большинство круглых плит работает на осесимметричную нагрузку, изменяющуюся только по направлению радиуса r. Во многих случаях плиты усиливаются кольцевыми ребрами жесткости, например диски турбин и вентиляторов, шестерни и ряд других ответственных деталей машин и сооружений.

Рассмотрим конечную круглую пластинку, ослабленную круглым отверстием, края которой усилены тонкими упругими кольцами жесткости постоянного сечения. Пластинка свободно оперта по наружному контуру и нагружена равномерно по окружности радиуса R поперечными усилиями $p = \text{const}$.

В рассматриваемом случае прогибы зависят только от радиуса, следовательно, $W=f(r)$ и уравнение прогиба будет иметь следующий вид [1]:

$$W = C_1 \ln \frac{r}{R} + C_2 \frac{r^2}{R^2} \ln \frac{r}{R} + C_3 + C_4 \frac{r^2}{R^2}, \qquad (1)$$

где C_1, C_2, C_3, и C_4 — постоянные коэффициенты и определяются из следующих граничных условий [2]:

$$\frac{d^2W}{dr^2} + \frac{\mu - \delta_1}{R} \cdot \frac{dW}{dr} = 0 \qquad \text{при } r = R; \qquad (2)$$

$$-D \frac{d}{dr}\left(\frac{d^2W}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{dW}{dr}\right) = p \qquad \text{при } r = R; \qquad (3)$$

$$\frac{d^2W}{dr^2} + \frac{\mu + \delta_2}{R_1} \cdot \frac{dW}{dr} = 0 \qquad \text{при } r = R_1; \qquad (4)$$

$$W = 0 \qquad \text{при } r = R_1; \qquad (5)$$

где $D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}$ — цилиндрическая жесткость пластинки при изгибе;

$\delta_1 = \frac{E_1 I_1}{RD}$ — относительная жесткость на изгиб внутреннего подкрепляющего кольца;

$\delta_2 = \frac{E_2 I_2}{R_1 D}$ — относительная жесткость на изгиб внешнего подкрепляющего кольца;

E_1 и E_2 — соответствующие модули упругости материалов, из которых изготовлены ребра жесткости;

I_1 и I_2 — соответствующие моменты инерции площадей поперечных сечений кольцевых ребер жесткости.

Подставляя (1) в (2)—(5), получаем систему четырех уравнений, из которой определяем:

$$C_1 = \frac{C_2}{(\mu - \delta_1 - 1)}\left[\frac{A}{B}(\mu - \delta_1 + 1) - (\mu - \delta_1 + 3)\right];$$

$$C_2 = \frac{PR^3}{4D};$$

$$C_3 = \frac{C_2}{(\mu - \delta_1 - 1)}\left\{\left[(\mu - \delta_1 + 3) - \eta^2(\mu - \delta_1 - 1) - \right.\right.$$

$$\left.\left. - \frac{A}{B}(\mu - \delta_1 + 1)\right] \ln \eta + \frac{A}{2B} \eta^2 (\mu - \delta_1 - 1)\right\};$$

$$C_4 = -\frac{C_2 A}{2B}$$

где

$$A = \eta^2 (\mu - \delta_1 - 1)[2\ln\eta(\mu + \delta_2 + 1) + (\mu + \delta_2 + 3)] - \\ - (\mu - \delta_1 + 3)(\mu + \delta_2 - 1);$$

$$B = \eta^2 (\mu - \delta_1 - 1)(1 + \mu + \delta_2) - (\mu - \delta_1 + 1)(\mu + \delta_2 - 1)$$

$$\eta = \frac{R_1}{R};$$

Подставляя значения найденных коэффициентов в (1), получим:

$$W = \frac{PR}{4D}\left\{\left[(\mu - \delta_1 + 3) - \frac{A}{B}(\mu - \delta_1 + 1)\right]\frac{R^2 \ln\frac{R_1}{r}}{(\mu - \delta_1 - 1)} + \right. \\ \left. + (R_1^2 - r^2)\left(\frac{A}{2B} + \ln R\right) + r^2 \ln r - R_1^2 \ln R_1\right\}. \qquad (6)$$

Некоторые важные для практики случаи можно получить как частные из данной общей формулы (6). Так, при $\delta_2 = 0$ получаем решение задачи об изгибе плиты с подкрепленным внутренним краем [3]. Если же $\delta_1 = 0$, а $\delta_2 \neq 0$, получается решение той же задачи для случая подкрепления лишь внешнего края плиты.

При $\delta_1 = \delta_2 = \infty$ получается решение для случая жесткого защемленного края плиты [1], и, наконец, когда $\delta_1 = \delta_2 = 0$, получаем решение для круглой пластинки постоянного сечения, ослабленной круговым отверстием и нагруженной равномерно по внутреннему краю радиуса R [1].

Приняв в нашем решении, что $R = 0$ из уравнения (6), получим целый ряд других частных случаев, которые весьма часто встречаются на практике в качестве элементов как строительных, так и машиностроительных конструкций.

Для нашей задачи соответствующие моменты, изгибающие плиту в радиальном и тангенциальном направлениях будут выражаться:

$$M_r = \frac{-D}{R^2}\left\{C_2\left[2(1 + \mu)\ln\frac{r}{R} + \mu + 3\right] + \right. \\ \left. + \frac{C_1 R}{r^2}(\mu r - R) + 2C_4(1 + \mu)\right\}, \qquad (7)$$

$$M_\Theta = \frac{-D}{R^2}\left\{C_2\left[2(1 + \mu)\ln\frac{r}{R} + 1 + 3\mu\right] + \right. \\ \left. + \frac{C_1 R}{r^2}(r - \mu R) + 2C_4(1 + \mu)\right\}. \qquad (8)$$

Таблица 1

Нагрузка на плиту $P = 2\pi Rp$ (в *кг*)	Значения прогибов $W \cdot 10^2$ при $r = R$ (в *мм*)							
	Плита с двумя ребрами		Плита с одним внутренним ребром		Плита с одним внешним ребром		Плита без ребер жесткости	
	теорет.	эксперим.	теорет.	эксперим.	теорет.	эксперим.	теорет.	эксперим.
0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	4,3	4,1	5,8	5,78	7,33	7,1	10,19	10,76
64	8,61	8,6	11,58	10,92	14,67	14,1	20,38	21,94
100	13,46	13,6	18,09	17,2	22,92	22,2	31,85	32,00
128	17,22	17,2	23,151	22,0	29,34	29,3	40,77	44,0
160	21,53	21,3	28,94	28,0	36,67	36,9	50,96	55,0
200	26,91	26,2	36,173	35,9	45,84	44,5	63,7	63,6
300	40,4	38,4	54,26	54,6	68,76	67,1	95,55	94,8
400	53,8	51,0	72,35	74,0	91,67	89,2	127,4	126,8
500	67,3	63,2	90,43	92,0	114,59	110,3	159,25	158,3
600	80,7	76,0	108,52	111,4	137,51	138,0	191,1	190,7
700	94,2	88,2	126,61	130,0	160,43	153,1	222,95	—
800	107,65	101,00	144,7	148,4	183,35	175,6	254,8	—
900	121,11	113,20	162,78	—	206,27	194,5	286,65	—
1000	134,57	127,3	180,86	—	229,19	218,4	313,5	—

Таблица 2

Нагрузка на плиту $P = 2\pi Rp$ (в *кг*)	Значения относительных деформаций $\varepsilon^{\circ}_{\theta} \cdot 10^6$							
	Плита с двумя ребрами		Плита с одним внутренним ребром		Плита с одним внешним ребром		Плита без ребер жесткости	
	теорет.	эксперим.	теорет.	эксперим.	теорет.	эксперим.	теорет.	эксперим.
0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	35,66	33,31	41,64	40,71	87,36	83,17	108,25	105,18
64	71,32	66,62	83,28	80,90	174,72	165,64	216,5	210,74
100	111,43	106,60	130,42	129,2	273,00	262,73	338,28	335,35
128	142,63	134,57	166,55	163,11	349,44	337,85	433,00	427,89
160	178,29	167,88	208,19	202,25	436,80	420,60	541,26	530,23
200	222,87	213,18	260,24	258,4	546,00	529,72	676,57	670,69
300	334,30	319,78	390,36	386,2	819,00	798,51	1014,85	1006,04
400	445,73	426,37	520,48	515,4	1092,00	1057,43	1353,14	1341,39
500	557,17	532,96	650,60	643,3	1365,00	1323,37	1691,42	1702,54
600	668,60	639,55	780,72	775,1	1638,00	1587,84	2029,71	2141,06
700	780,04	746,15	910,84	902,43	1911,00	1869,16		
800	891,47	852,74	1040,96	1035,27	2184,00	—		

Максимальная деформация на поверхности кольцевых ребер жесткости легко подсчитать по формуле [4]:

$$\varepsilon_\Theta{}^o = \frac{-6h_1(M_\Theta - \mu M_r)}{Eh^3}. \qquad (9)$$

§ 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектом экспериментального исследования являлась мартеновская листовая сталь марки 3 толщиной в 22 *мм* в отожженном состоянии. Размеры плиты в *мм*: $2R=55$, $2R_1=280$, $2R_2=60$, $h=6$, $h_1=18$. Прогибы измерялись на специально изготовленном стенде при помощи прогибомеров с двухмикронными индикаторами.

Для определения экспериментальным путем деформаций применялись как кольцевые, так и петлеобразные тензодатчики омического сопротивления.

Для нашей модели плиты мы имеем следующие данные: $E_1=E_2=E=2{,}0\cdot 10^6$ *кг/см*^{2}; $\mu=0{,}285$. Для сравнения опыты производились также над плитой с одним лишь внешним или внутренним ребром жесткости и над неподкрепленной кольцевой плитой.

В таблицах 1 и 2 приведены теоретические и экспериментальные значения максимальных прогибов и максимальных деформаций ε^o_Θ по внутреннему кольцу для разных ступеней нагрузок и для всех четырех плит.

Как явствует из таблиц 1 и 2, разница между экспериментальными и теоретическими значениями не превышает 7%.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. П. Тимошенко. Пластинки и оболочки. Гостехиздат (1948).
2. Г. Н. Савин и Н. П. Флейшман. Инженерный сборник. Изд АН СССР, т. VIII (1950).
3. Н. П. Флейшман. Ученые записки Львовского университета, т. XXII, сер. физико-математическая, вып. V (1953).
4. М. П. Шереметьев. Украинский математический журнал, т. V, № 1 (1953).

Г. Н. ГЕСТРИН

ОДНА ТЕОРЕМА О ЕДИНСТВЕННОСТИ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОГО РЯДА

В 1928 г. Зигмунд доказал следующую теорему: пусть $\{\alpha_n\}$ — произвольная числовая последовательность, сходящаяся к нулю. Каково бы ни было число $\varepsilon > 0$, можно указать такое множе-

ство E, мера которого не более ε и такое, что если на этом множестве сходится к нулю тригонометрический ряд $\sum_1^\infty a_k \cos kx + b_k \sin kx$, коэффициенты которого стремятся к нулю быстрее, чем $\{a_n\}$, то тогда они равны нулю:

$$a_k = b_k = 0.$$

В настоящей заметке, опираясь на этот результат Зигмунда, мы доказываем такую теорему: пусть о двух последовательностях чисел $\{a_k\}$ и $\{b_k\}$ известно, что они убывают, как $\frac{1}{(\ln k)^r}$ $(r>1)$. Каково бы ни было число $\varepsilon > 0$, можно указать такое открытое множество E, зависящее только от ε, что $|E|<\varepsilon$, и если тригонометрический ряд с коэффициентами a_k и b_k суммируем почти всюду на E к 0 методом Римана и там его частичные суммы равномерно ограничены суммируемой функцией, то для всех k: $a_k = b_k = 0$.

Л е м м а. Пусть на отрезке $[a, b]$ дана функция $\varphi(x)$, которая имеет на $[a, b]$ почти всюду Шварцеву производную $\varphi^{[\prime\prime]}(x)$, и пусть при достаточно малых h, $\left|\frac{\Delta_h^2 \varphi(x)}{4h^2}\right| < F(x) \in L$. Пусть далее $[p, q]$ — любой отрезок, лежащий внутри $[a, b]$ и в некоторых окрестностях концевых точек p и q существует непрерывная первая производная. Те же предположения делаются и относительно второй функции $\psi(x)$. Тогда справедливо равенство

$$\int_p^q \varphi^{[\prime\prime]}(\xi+x)\,\psi(\xi)\,d\xi = \varphi'(\xi+x)\,\psi(\xi) - \varphi(\xi+x)\cdot\psi'(\xi)\Big|_p^q + \int_p^q \varphi(x+\xi)\,\psi^{[\prime\prime]}(\xi)\,d\xi.$$

Доказательство этой леммы мы опускаем.

Для данного ряда $\sum_1^\infty a_k \cos kx + b_k \sin kx$ строим функцию Римана:

$$\varphi(x) = -\sum_1^\infty \frac{a_k \cos kx + b_k \sin kx}{k^2}. \qquad (1)$$

Так как в силу предположения о скорости стремления к нулю коэффициентов a_k и b_k ряд $\sum_1^\infty \frac{-b_k \cos kx + a_k \sin kx}{k}$

сходится равномерно, то $\varphi(x)$ имеет повсюду непрерывную первую производную $\varphi'(x)$.

Далее на множестве E мы, очевидно, имеем:

$$\frac{\Delta_h^2\varphi(x)}{4h^2} = \sum_1^\infty (a_k \cos kx + b_k \sin kx)\left(\frac{\sin kx}{kh}\right)^2 =$$

$$= \sum_1^\infty S_k(x)\left\{\left(\frac{\sin(k-1)h}{(k-1)h}\right)^2 - \left(\frac{\sin kh}{kh}\right)^2\right\};$$

$$\left|\frac{\Delta_h^2\varphi(x)}{4h^2}\right| < F(x)\cdot\sum_1^\infty\left|\left(\frac{\sin(k-1)h}{(k-1)h}\right)^2 - \left(\frac{\sin kh}{kh}\right)^2\right| <$$

$$< F(x)\sum_{\to}^{\infty}\int_{(k-1)h}^{kh}\left|\frac{d}{dz}\left(\frac{\sin z}{z}\right)^2\right|dz < F(x)\int_0^\infty\left|\frac{d}{dz}\left(\frac{\sin z}{z}\right)^2\right|dz.$$

Берем теперь в теореме Зигмунда в качестве последовательности $\{\alpha_n\}$ последовательность $\left\{\frac{1}{n}\right\}$ и строим множество Зигмунда меры, меньшей, чем $\frac{\varepsilon}{6}$, где ε наперед задано.

Покроем это множество системой интервалов $e_1, e_2, e_3, \ldots$ так, чтобы $\sum_1^\infty \operatorname{mes} e_i < \frac{\varepsilon}{3}$. Будем считать, что интервалы занумерованы в порядке убывания длин. Растянем каждый из этих интервалов в три раза концентрически. Полученные таким образом интервалы обозначим через $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \ldots$. Утверждается, что всякое множество $\mathfrak{M} \subset \sum_1^\infty \mu_i$ и имеющее ту же меру, что и $\sum_1^\infty \mu_i$, есть искомое множество. Очевидно, что $\left|\sum_1^\infty \mu_i\right| < \varepsilon$. Для доказательства каждый из интервалов e_i передвинем таким образом, чтобы центр его попал в начало координат. Так как они были занумерованы в порядке убывания длин, то получаем систему вложенных интервалов, $(-\alpha_i, +\alpha_i) = \bar{e}_i$, стягивающуюся к 0. Пусть функция $U(\xi)$ дважды непрерывно дифференцируема и обла-

дает следующими свойствами:

$$\begin{cases} U(\pm \alpha_i) = \pm \alpha_i \\ U'(\pm \alpha_i) = 0. \end{cases}$$

К паре функций $\varphi(x+\xi)$ и $U(\xi)$ применим доказанную выше лемму:

$$\int_{-\alpha_i}^{+\alpha_i} \varphi^{[1]}(\xi + x)\, U(\xi)\, d\xi =$$

$$= \varphi'(\xi + x)\, U(\xi)\Big|_{-x_i}^{+\alpha_i} - \varphi(\xi + x)\, U'(\xi)\Big|_{-\alpha_i}^{+a_i} + \int_{-\alpha_i}^{+\alpha_i} \varphi(\xi + x)\, U''(\xi)\, d\xi.$$

При этом точка $x \in e_i$. Значит, точка $\xi + x \in \mu_i$. Но почти всюду на $\mu^i\, \varphi^{[n]}(t) = 0$, то есть мы имеем:

$$\varphi'(\xi + x)\, U(\xi)\Big|_{-\alpha_i}^{+\alpha_i} - \varphi(\xi + x)\, U'(\xi)\Big|_{-\alpha_i}^{+\alpha_i} + \int_{-\alpha_i}^{+\alpha_i} \varphi(x + \xi)\, U''(\xi)\, d\xi.$$

Для всякого $x \in e_i$. Важно заметить, что это же самое равенство выполняется и для всех $x \in e_k$, где $k < i$. Действительно, т. к. $\xi \in \bar{e}_i$, то оно принадлежит и всякому $\bar{e}_k$ в силу вложенности. Но тогда $\xi + x \in \mu_k$ и формула сохраняется. Далее имеем:

$$U''(0) = \lim_{\alpha_i \to 0} \frac{U'(+\alpha_i) - U'(-\alpha_i)}{2\alpha_i} = 0.$$

Деля обе части последнего равенства на $2\alpha_i$ и переходя к пределу при $\alpha_i \to 0$, найдем

$$\varphi'(x) + \lim_{\alpha_i \to 0} \frac{1}{2\alpha_i} \int_{-\alpha_i}^{+\alpha_i} \varphi(x + \xi)\, U''(\xi)\, d\xi = 0.$$

$$\left| \frac{1}{2\alpha_i} \int_{-\alpha_i}^{+\alpha_i} \Big\{ \varphi(x + \xi) - \varphi(x) \Big\}\, U''(\xi)\, d\xi + \right.$$

$$\left. + \varphi(x)\, \frac{1}{2\alpha_i} \int_{-\alpha_i}^{+\alpha_i} U''(\xi)\, d\xi \right| = \left| \frac{1}{2\alpha_i} \int_{-\alpha_i}^{+\alpha_i} \Big\{ \varphi(x + \xi) - \right.$$

$$- \varphi(x) \Big\} U''(\xi)\, d\xi \Big| < \varepsilon \max_{[-\alpha_i, +\alpha_i]} \Big| U''(\xi) \Big| .$$

Но так как $U''(\xi)$ непрерывна, а $U''(0) = 0$, то находим окончательно: $\varphi'(x) = 0$, когда $x \neq \mu_1, \mu_2, \mu_3, \ldots$. Следовательно, равенство $\sum_1^\infty \frac{a_k \sin kx - b_k \cos kx}{k} = 0$ выполнено и на множестве Зигмунда. Отсюда, по теореме Зигмунда, $a_k = b_k = 0$. Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА

А. Зигмунд. Contribution á l'uricité du développement trigonometrique. Math. Zeitschr., 24, 40—46 (1926).

Д. В. ГРИЛИЦЬКИЙ

ПРО КРУЧЕННЯ АНІЗОТРОПНИХ ВАЛІВ ЗМІННОГО ПЕРЕРІЗУ

Задача про кручення анізотропного вала, обмеженого поверхнею обертання, вперше була розв'язана С. Г. Лехніцьким [1] для часткового випадку циліндричної анізотропії: трансверсально-ізотропної. В монографії [2] Лехніцький поширює цей розв'язок на більш загальний випадок циліндричної анізотропії: всі радіальні площини є площинами пружної симетрії, і вісь анізотропії співпадає з геометричною віссю вала. При цих допущеннях тіло обертання залишається тілом обертання і в деформованому стані. Причому С. Г. Лехніцький розв'язує задачу за допомогою функції напружень.

В цій замітці ми будуємо розв'язок задачі при тих же допущеннях за допомогою другої функції, функції зміщень, а також наводимо один приклад.

Нехай маємо вал обертання з циліндричною анізотропією виду: вісь анізотропії співпадає з геометричною віссю вала, і всі радіальні площини є площинами пружної симетрії. На кінцях діють зусилля, які приводяться до взаємо зрівноважуючих скручуючих моментів M. Бічна поверхня вала вільна від зовнішніх напружень. Потрібно визначити напружений та деформований стан у валі, який перебуває під дією скручуючих моментів.

Віднесемо вал до циліндричної системи координат, сумістивши вісь Z з віссю вала. Рівняння узагальненого закону Гука в циліндричних координатах для цього випадку анізотропії запишуться таким чином:

$$\begin{aligned}
\varepsilon_r &= a_{11}\sigma_r + a_{12}\sigma_\theta + a_{13}\sigma_z + a_{15}\tau_{rz},\\
\varepsilon_\theta &= a_{12}\sigma_r + a_{22}\sigma_\theta + a_{23}\sigma_z + a_{25}\tau_{rz},\\
\varepsilon_z &= a_{13}\sigma_r + a_{23}\sigma_\theta + a_{33}\sigma_z + a_{35}\tau_{rz},\\
\gamma_{rz} &= a_{15}\sigma_r + a_{25}\sigma_\theta + a_{35}\sigma_z + a_{55}\tau_{rz},\\
\gamma_{\theta z} &= a_{44}\tau_{\theta z} + a_{46}\tau_{\theta r},\\
\gamma_{\theta r} &= a_{46}\tau_{\theta z} + a_{66}\tau_{\theta r}.
\end{aligned} \tag{1}$$

Приєднаємо до рівнянь узагальненого закону Гука рівняння рівноваги суцільного середовища в циліндричних координатах при відсутності об'ємних сил:

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial\sigma_r}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\tau_{\theta r}}{\partial\theta} + \frac{\partial\tau_{rz}}{\partial z} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0,\\
&\frac{\partial\tau_{\theta r}}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\sigma_\theta}{\partial\theta} + \frac{\partial\tau_{\theta z}}{\partial z} + \frac{2\tau_{r\theta}}{r} = 0,\\
&\frac{\partial\tau_{rz}}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial\tau_{\theta z}}{\partial\theta} + \frac{\partial\sigma_z}{\partial z} + \frac{\tau_{rz}}{r} = 0.
\end{aligned} \tag{2}$$

Так само, як і у випадку ізотропного тіла припустимо, що

$$U_r = 0,\ W = 0,\ U_\theta = r\varphi(r, z), \tag{3}$$

де U_r — зміщення в радіальному напрямку, W — зміщення в напрямку осі z, U_θ — тангенціальне зміщення; функція $\varphi(r, z) = \frac{U_\theta}{r}$ називається функцією зміщень.

Із співвідношень

$$\begin{aligned}
&\varepsilon_r = \frac{\partial U_r}{\partial r},\ \varepsilon_\theta = \frac{1}{r}\frac{\partial U_\theta}{\partial\theta} + \frac{U_r}{r},\ \varepsilon_z = \frac{\partial W}{\partial z},\\
&\gamma_{rz} = \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{\partial U_r}{\partial z},\ \gamma_{\theta z} = \frac{\partial U_\theta}{\partial z} + \frac{1}{r}\frac{\partial W}{\partial\theta},\\
&\gamma_{r\theta} = \frac{1}{r}\frac{\partial U_r}{\partial\theta} + \frac{\partial U_\theta}{\partial r} - \frac{U_\theta}{r},
\end{aligned}$$

враховуючи (3), одержуємо:

$$\begin{aligned}
&\varepsilon_r = \varepsilon_\theta = \varepsilon_z = \gamma_{rz} = 0,\\
&\gamma_{\theta z} = r\frac{\partial\varphi}{\partial z},\ \gamma_{r\theta} = r\frac{\partial\varphi}{\partial r}.
\end{aligned} \tag{5}$$

Із рівнянь (1), при враховуванні (5), випливає, що $\sigma_r = \sigma_\theta = \sigma_z = \tau_{rz} = 0$; відмінними від нуля будуть лише дві складові напруження $\tau_{\theta z}$ і $\tau_{r\theta}$. Три рівняння рівноваги (2) зводяться до одного:

$$\frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r} + \frac{\partial \tau_{\theta z}}{\partial z} + \frac{2\tau_{r\theta}}{r} = 0. \tag{6}$$

Із (5) і останніх двох співвідношень (1) знаходимо:

$$\tau_{\theta z} = \frac{r}{a_{44}a_{66} - a^2_{46}} \left(a_{66} \frac{\partial \varphi}{\partial z} - a_{46} \frac{\partial \varphi}{\partial r} \right),$$

$$\tau_{r\theta} = \frac{r}{a_{44}a_{66} - a^2_{46}} \left(a_{44} \frac{\partial \varphi}{\partial r} - a_{46} \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right). \tag{7}$$

Підставляючи вирази для напружень (7) в рівняння рівноваги (6), одержимо рівняння, якому задовольняє функція зміщень:

$$a_{44} r \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} - 2a_{46} r \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r \partial z} + a_{66} r \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} + 3a_{44} \frac{\partial \varphi}{\partial r} -$$

$$- 3a_{46} \frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0. \tag{8}$$

Умова на бічній поверхні запишеться:

$$\tau_{\theta z} \cos(n,z) + \tau_{r\theta} \cos(n, r) = 0. \tag{9}$$

Але оскільки

$$\cos(n, r) = \frac{dz}{ds}, \quad \cos(n, z) = -\frac{dr}{ds},$$

(де s — дуга меридіана), то із співвідношення (9) отримуємо:

$$\frac{dz}{dr} = \frac{a_{66} \frac{\partial \varphi}{\partial z} - a_{46} \frac{\partial \varphi}{\partial r}}{a_{44} \frac{\partial \varphi}{\partial r} - a_{46} \frac{\partial \varphi}{\partial z}}. \tag{10}$$

Як бачимо, задача звелася до визначення функції $\varphi(r, z)$, яка задовольняє рівнянню (8) і граничній умові (10).

Введемо нові змінні ϱ і ζ, які зв'язані з r і z залежностями [2]:

$$\varrho = r, \quad \zeta = \frac{z + mr}{\sqrt{n^2 - m^2}}, \tag{11}$$

де

$$n = \sqrt{\frac{a_{66}}{a_{44}}}, \quad m = \frac{a_{46}}{a_{44}}. \tag{12}$$

Із (11) знаходимо обернені співвідношення:

$$r = \varrho, \quad z = \sqrt{n^2 - m^2}\ \zeta - m\varrho. \tag{13}$$

В нових змінних функція буде задовольняти рівнянню:

$$\varrho \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \varrho^2} + 3 \frac{\partial \varphi}{\partial \varrho} + \varrho \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \zeta^2} = 0 \tag{14}$$

і граничній умові:

$$\frac{d\zeta}{d\varrho} = \frac{\dfrac{\partial \varphi}{\partial \zeta}}{\dfrac{\partial \varphi}{\partial \varrho}}. \tag{15}$$

Рівняння (14) і (15) відповідають задачі про кручення ізотропного стрижня.

Задачу можна розв'язувати як прямим, так і напівоберненим методом. При прямому методі розв'язання функція $\varphi(\varrho, \zeta)$ повинна бути визначена в області, яка одержується з області меридіонального перетину заданого анізотропного вала, шляхом афінного перетворення (11).

При розв'язанні задачі напівзворотним методом ми задаємося яким-небудь розв'язком рівняння (14), а із граничної умови (15) з відомою правою частиною знаходимо контур вала, який відповідає заданому розв'язку.

Зауважимо також, що при напівзворотному методі розв'язування задачі відповідний анізотропний вал може не бути тілом обертання, якщо ізотропний вал був тілом обертання. Отже, для того, щоб тіло обертання залишилося тілом обертання і після деформації, необхідно покласти

$$m = 0, \tag{16}$$

тобто

$$a_{46} = 0. \tag{16}^1$$

Умова $(16)^1$ вказує на те, що крім радіальних площин пружної симетрії, повинні існувати площини пружної симетрії і нормальні до осі вала, тобто матеріал вала повинен бути ортотропним.

Отже, відповідний анізотропний вал, як це випливає із співвідношень (13) при умові (16), буде того ж поперечного перетину, що і ізотропний вал, але видовжений або вкорочений по осі ζ в n число разів.

Наведемо приклад.

Візьмемо розв'язок рівняння (14) у вигляді [3]:

$$\varphi = Al^{p\zeta} \varrho^{-1} J_1(q\varrho), \tag{17}$$

де q — довільна константа, яка вибирається так, що $(q\zeta)$

і $(q\varrho)$ — безрозмірні координати, $J_1(q\varrho)$ — функція Бесселя першого порядку першого роду, A — довільна константа.

Графічно інтегруючи граничну умову (15), Н. Рейснер і Г. Венагель одержують графік твірної кривої ізотропного вала, коли $(q\varrho)$ змінюється в границях від 0 до 3,832.

Функцію зміщень для відповідного оротропного вала ми одержимо, заміняючи у виразі (17) ζ на $\frac{z}{n}$. Твірна крива анізотропного вала, як це випливає з наведених міркувань, буде мати ту ж форму, що й твірна крива ізотропного вала, якщо тільки ми замінимо безрозмірну координату $(q\zeta)$ новою координатою $\left(\frac{qz}{n}\right)$, а $(q\varrho)$ на (qr).

Маючи функцію зміщень, зміщення і напруження визначаться за вищенаведеними формулами:

$$\varphi = Al^{\frac{qz}{n}} r^{-1} J_1(qr),$$

$$U_\theta = Ae^{\frac{qz}{n}} J_1(qr), \tag{18}$$

$$\tau_{r\theta} = \frac{Aq}{a_{44}\, n} e^{\frac{qz}{n}} J_1(qr),$$

$$\tau_{r\theta} = -\frac{Aq}{a_{66}} e^{\frac{qz}{n}} J_2(qr)$$

Константа A визначається з тієї умови, що момент дотичних зусиль у будь-якому поперечному перерезі відносно вісі z повинен бути рівний моменту M, який прикладений до кінців вала:

$$A = \frac{Mq^2\, n\, a_{44}}{11{,}8\pi}. \tag{19}$$

ЛІТЕРАТУРА

1. С. Г. Лехницкий. Симметричная деформация и кручение тела вращения с анизотропией частного вида, Прикладная математика и механика, т. IV, в. 3 (1940).

2. С. Г. Лехницкий. Теория упругости анизотропного тела (1950).

3. H. J. Reissner and &. G. J. Wennagel. Iorsion of Nancylindrical Shafts of Circular Cross Section, Journal of Applied Mechanics, sept., vol. 17, № 3 (1950).

В. Я. СКОРОБОГАТЬКО

АНАЛОГ МЕТОДА ПРИБЛИЖЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ АКАДЕМИКА С. А. ЧАПЛЫГИНА ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ

В работе [3] было установлено, что первая краевая задача, поставленная для эллиптического уравнения

$$Lu = \sum_{k,\,l=1}^{n} a_{kl} \frac{\partial^2 u}{\partial x_k \partial x_l} + \sum_{j=1}^{n} b_j \frac{\partial u}{\partial x_j} + cu = 0 \qquad (1)$$

разрешима в данной области D, если только в этой области могут быть определены функции $B_1,\ldots, B_n$, удовлетворяющие неравенству

$$\begin{vmatrix} a_{11} & \ldots & a_{1n} & A_1 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & \ldots & a_{nn} & A_n \\ A_1 & \ldots & A_n & R \end{vmatrix} \geqslant 0, \quad \text{где} \qquad (2)$$

$$A_l = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{n} \frac{\partial a_{kl}}{\partial x_k} - b_l + B_l,$$

$$R = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial B_i}{\partial x_i} - C$$

Данные функции предполагались достаточно гладкими, а функции $B_1,\ldots, B_n$, вообще говоря, непрерывными с кусочно непрерывными первыми производными.

Коэффициент C не предполагался неположительным.

В настоящей заметке устанавливается связь между результатами, изложенными в [3] и результатами С. А. Чаплыгина [1]. Обозначим через C_2 класс функций дважды непрерывно дифференцируемых в D с непрерывными первыми производными в $\overline{D}$.

Теорема 1. Если в конечной области D с границей S типа Ляпунова оператора Lu удовлетворяет неравенству $Lu < 0$, $u/s = 0$, $u \in C_2$ и в этой области выполняется неравенство (2), то в области D функция $u \geqslant 0$. Считаем коэффициенты a_{kl} непрерывно дифференцируемыми, b_j, C — непрерывными. Отметим основное для доказательства теоремы 1.

Предположим, что в некоторой точке $y \in D$ функция $u(y) < 0$, но тогда, вследствие непрерывности $u < 0$ и в некоторой области $D^1 \in D$, содержащей точку y, и на границе S^1 области D^1 функция $u = 0$. Допустим сначала, что граница S^1 области D^1 столь гладка, что возможно применять формулу

Остроградского. Составим выражение uLu и проинтегрируем его по частям, предварительно положив

$$c = c_o + \sum_{j=1}^{n} \frac{\partial B_j}{\partial x_j}.$$

Получим

$$\int_{D'}^{(n)} \int u\, Lu d\tau = -\int_{S'}^{(n-1)} \int u p u d\sigma - \int_{D'}^{(n)} \int A\left(u, \frac{\partial u}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial u}{\partial x_n}\right) d\tau, \qquad (3)$$

$A\left(u, \frac{\partial u}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial u}{\partial x_n}\right)$ — квадратическая форма, неотрицательная из-за условия (2). Интеграл $\int_{S'}^{(n-1)} \int u p u d\sigma = 0$, так как $u/s' = 0$. Левая часть формулы (3) строго положительна, а правая неположительна. Полученное противоречие доказывает теорему.

Доказательство теоремы 1 можно уточнить, если провести предыдущее рассуждение для области с кусочно гладкой границей, близкой к S'. Уточнение доказательства проводится на основании следующих соображений.

Из условия $Lu < 0$ следует, что какая-либо произвольная $\frac{\partial^2 u}{\partial x_k \partial x_l} \neq 0$ в точках $y \in S'$, где $\frac{\partial u}{\partial x_i} = 0$, $i = 1, \ldots, n$. Множество точек $y \in S'$, в которых $\frac{\partial u}{\partial x_i} = 0$, $i = 1, \ldots, n$, обозначим через G. Далее, в некоторой окрестности точки $y \in G$ все точки $x \in G$ расположены на гладкой поверхности $x_k = f_k(x_1, \ldots, x_{k-1}, x_{k+1}, \ldots, x_n)$ (по теореме о неявной функции) нетрудно заметить, что каждую точку $y \in G$ можно заключить в область $F_y^{\varepsilon\eta}$, определяемую неравенствами

$$f_k - \varepsilon \leqslant x_k \leqslant f_k + \varepsilon,$$

$$\sqrt{(x_1 - y_1)^2 + \ldots + (x_{k-1} - y_{k-1})^2 + (x_{k+1} - y_{k+1})^2 + \ldots + (y_n - x_n)^2} \leqslant \eta;$$

$$\varepsilon,\ \eta = \text{const}.$$

По лемме Бореля множество G помещается в конечном числе областей $F_y^{\varepsilon\eta}$. Каждая область $F_y^{\varepsilon\eta}$ разбивается плоскостями, перпендикулярными к координатным осям ox_i, $i = 1, \ldots, k-1, k+1, \ldots, n$ на конечное число частей $f_y^{\varepsilon\eta}$; множество G можно заключить в замыкание области $T''' = \sum_y f_y^{\varepsilon\eta}$,

состоящей из тех областей $f_y^{\varepsilon\eta}$, которые содержат точки $y \in G$. Ясно, что область $D'' = D' - T''''$ имеет кусочно гладкую границу.

Нетрудно увидеть теперь, что величина $\left|\int_{S''}(n-1)\int u\,p u d\sigma\right|$ может принять сколь угодно малое значение при достаточно большом числе областей $f_y^{\varepsilon\eta}$ и достаточно малом ε. Теорема 1 обобщает теорему Чаплыгина [1, стр. 501]. Неравенство (2) назовем защитным.

Заметим, что если (1) самосопряженное уравнение и коэффициент $C < 0$ в области D, то функции $B_1 = \ldots = B_n \equiv 0$ удовлетворяют неравенству (2) и, следовательно, теорема 1 имеет место.

Последнее замечание объясняет слова С. А. Чаплыгина, относящиеся к этому случаю: «Любопытно отметить, что никакого ограничения, вроде предела приложимости, который появляется при применении основной теоремы, на этот раз мы не встречаем» [1, стр. 503].

Предел приложимости теоремы 1 как раз возникает тогда, когда коэффициент C способен принимать и положительные значения.

Следствие теоремы 1. Если $f_1 = Lu_1 > Lu_2 = f_2$, $u_i \underset{i=1,2}{\in} C_2$ и $u_1 = u_2/_S$, то везде в области D функция $u_1 \leqslant u_2$. При большей гладкости данных функций (эти условия перечислены в [3]) условие $Lu<0$ в формулировке теоремы 1 можно ослабить, заменив его условием $Lu \leqslant 0$, при этом утверждение теоремы сохраняется.

Используя идею К. В. Задираки [2], укажем метод приближенного решения 1-й краевой задачи, поставленной для уравнения $\Delta u + c(x_1, \ldots, x_n) u = 0$, предполагая соответствующее защитное неравенство выполненным. Пусть известны такие функции φ_1 и ω_1, принадлежащие классу C_2, что $\Theta_1 = \Delta\omega_1 + C\omega_1 \leqslant 0$ и $f_1 = \Delta\varphi_1 + C\varphi_1 \geqslant 0$, $\varphi_1 = \omega_1 = f$ на границе S области D. По теореме 1 везде в D выполняется неравенство $\varphi_1 \leqslant u \leqslant \omega_1$. Введем вспомогательные функции ξ и η по формулам $\varphi_1 + \eta = u$, $u + \xi = \omega_1$. Рассмотрим уравнения

$$\Delta\eta_1 + m\eta_1 + f_1 = 0, \qquad \eta_1/_S = 0, \qquad m = \min_D C$$
$$\Delta\xi_1 + m\xi_1 - \Theta_1 = 0, \qquad \xi_1/_S = 0.$$

По теореме 1 заключаем, что $\eta \geqslant \eta_1 \geqslant 0$, $\xi \geqslant \xi_1 \geqslant 0$. Поэтому

$$\varphi_1 \leqslant \varphi_2 \leqslant u \leqslant \omega_2 \leqslant \omega_1,$$

где

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \eta_1, \quad \omega_2 = \omega_1 - \xi_1$$

функции φ_2 и ω_2 принимаем за вторые приближения и решения.

Вообще n-ые приближения определяются формулами

$$\varphi_n = \varphi_{n-1} + \eta_{n-1} = \varphi_1 + \sum_{i=1}^{n-1} \eta_i,$$

$$\omega_n = \omega_{n-1} - \xi_{n-1} = \omega_1 - \sum_{i=1}^{n-1} \xi_i.$$

Функции η_{n-1} и ξ_{n-1} —решения краевых задач

$$\Delta\eta_{n-1} + m\eta_{n-1} + f_{n-1} = 0, \quad \eta_{n-1}/s = 0$$

где

$$f_{n-1} = \Delta\varphi_{n-1} + c\varphi_{n-1} \geqslant 0$$

$$\Delta\xi_{n-1} + m\xi_{n-1} - \Theta_{n-1} = 0, \quad \Theta_{n-1} = \Delta\omega_{n-1} + c\omega_{n-1} \leqslant 0, \quad \xi_{n-1}/s = 0$$

Между приближениями искомого решения выполняются неравенства

$$\varphi_1 \leqslant \varphi_2 \leqslant \ldots \leqslant \varphi_n \leqslant u \leqslant \omega_n \leqslant \omega_{n-1} \leqslant \ldots \leqslant \omega_1,$$

Если в области D выполняется неравенство

$$\frac{1}{\max\limits_{(x) \in D} \int\limits_D^{(n)} \int G_1(x, \xi)\, d\xi} > M, \quad M = \max_D |C|,$$

в котором $G_1(x, \xi)$ — функция Грина оператора Лапласа для первой краевой задачи в области D, то можно доказать и сходимость вышеуказанного процесса. В этом случае оценка быстроты сходимости следующая:

$$|\varphi_n - \omega_n| \leqslant p_2 \frac{(M - m)^{n-1} R^{n-1}}{(1 - |m| R)^{n-1} (1 - MR)}, \quad m = \min C$$

$$p_2 = \max_D |f_1 - \Theta_1|. \quad R = \max_{(x) \in D} \int\limits_D^{(n)} \int G(x, \xi)\, d\xi, \qquad (4)$$

Предложенный метод применим как к обыкновенным уравнениям второго порядка, так и к общему эллиптическому уравнению в частных производных. В последнем случае η_i и ξ_i являются решениями краевых задач

$$\sum_{k,l=1}^{n} a_{kl} \frac{\partial^2 \eta_i}{\partial x_k \partial x_l} + 2 \sum_{j=1}^{n} b_j \frac{\partial \eta_i}{\partial x_j} + m\eta_i = f_i, \quad \eta_i/s = 0$$

$$\sum_{k,l=1}^{n} a_{kl} \frac{\partial^2 \xi_i}{\partial x_k \partial x_l} + 2 \sum_{j=1}^{n} b_j \frac{\partial \xi_j}{\partial x_j} + m\xi_i = \Theta_i, \ \xi_i/s = 0.$$

Этот метод применим для приближенного нахождения решений и других краевых задач для эллиптического уравнения, только границы его применимости определяются сложнее.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. А. Чаплыгин. Новый метод приближенного интегрирования дифференциальных уравнений. М. (1919). Избранные труды по механике и математике. Гостехиздат (1954).

2. К. В. Задиpака. Приближенное интегрирование линейных дифференциальных уравнений второго порядка с переменными коэффициентами методом С. А. Чаплыгина. Украинский математический журнал, т. IV, № 3 (1952).

3. В. Я. Скоробогатько. Единственность и существование решений некоторых краевых задач для дифференциального уравнения эллиптического типа второго порядка. Автореферат диссертации. Львов (1954).

А. Н. КОСТОВСКИЙ

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ ОДНИМ ЦИРКУЛЕМ (С УСЛОВИЕМ, ЧТО ВСЕ ОКРУЖНОСТИ ПРОХОДЯТ ЧЕРЕЗ ОДНУ И ТУ ЖЕ ТОЧКУ)

Условимся окружность с центром в точке O и радиусом равным $AB = r$ обозначать символом (O, AB) или (O, r). Вместо символа (O, OB) будем писать (O, B). Кроме того, условимся считать законной для циркуля следующую операцию: через данную точку A провести окружность радиуса a, центр которой лежит на данной кривой L. Для этого делаем раствор циркуля равным a, ставим острие карандаша в точку A, затем, не изменяя раствора циркуля, устанавливаем вторую ножку так, чтобы острие иголки попало в некоторую точку N данной кривой L. Окружность (N, a) — искомая.

Теперь нетрудно решить следующую задачу: построить отрезок в 3^k $(k = 1, 2,...)$ раз больше данного отрезка AB так, чтобы все окружности в этом построении проходили через точку A. Для построения описываем окружность (B, A), делаем раствор циркуля равным AB и ставим острие карандаша циркуля в точку A; острие иголки определит на окружности (B, A) сначала точку E [описываем при этом окружность $(E,$

$AB)$], а затем точку E_1 [описываем теперь окружность (E_1, AB)]; проведенные окружности пересекут окружность (B, A) в точках C и C_1. Точка B_1 пересечения окружностей (C, AB) и (C_1, AB) — искомая. Отрезок $AB_1 = 3\,AB$. Аналогично построим отрезок $AB_2 = 3\,AB_1 = 9\,AB$ и т. д. $AB_k = 3^k AB$. Все окружности, проведенные в этом построении, проходят через точку A.

Пусть дана окружность инверсии (O, r) и точка X. Если $OX > \frac{r}{2}$, то с помощью одного циркуля можно построить точку X^1, инверсную точке X, с условием, что все окружности проведенного построения будут проходить через одну точку — центр инверсии O^*. Если же $OX \leqslant \frac{r}{2}$, то приходится предварительно строить точку X_1 с условием $OX_1 = nOX > \frac{r}{2}$. Для того чтобы и в этом случае все окружности построения проходили через центр инверсии, будем вместо точки X_1 разобранным выше способом строить точку $У_1$ с условием, что $OУ_1 = 3^k OX > \frac{r}{2}$.

Теперь нетрудно усмотреть, что в построении одним циркулем окружности, инверсной данной прямой, и в построении точек прямой, инверсной данной окружности, проходящей через центр инверсии O, все окружности будут проходить через центр инверсии O.**

Я. Штейнер показал, что все задачи на построение, разрешимые циркулем и линейкой, могут быть решены и одной линейкой, если в плоскости чертежа дана постоянная окружность (O, R) и ее центр.***

Предположим теперь, что данная задача на построение решена методом Штейнера. В результате этого построения в плоскости чертежа получим фигуру Φ, состоящую, кроме одной окружности (O, R), только из прямых линий. Если теперь за окружность инверсии взять произвольную окружность (O, r) с центром, не лежащим ни на одной из прямых и на окружности (O, R) фигуры Φ, то ей инверсная фигура Φ' будет состоять только из окружностей, за исключением двух [окружности инверсии (O, r) и окружности, инверсной вспомогательной (O, R)], проходящих через одну и ту же точку — центр инверсии O.

Возьмем теперь окружность инверсии так, чтобы она пересекала вспомогательную окружность в построении Штейнера под прямым углом. Для этого на вспомогательной окружности (O, R) берем две произвольные точки K и M и проводим окружность (M, K), пересекающую окружность (O, R)

---

* См. [1], § 20.
** См. [1], § 20.
*** См. [2].

в точке P; если теперь описать окружность (K, P) в пересечении с окружностью (M, K), получим точку O; как нетрудно доказать, (O, K) пересекает окружность (O, R) под прямым углом. Можно считать, что точка O не лежит ни на одной из прямых фигуры Φ. В противном случае, изменяя положение точек K и M, следует построить другую точку O. Примем окружность (O, K) за окружность инверсии и обозначим ее через (O, r) $(OK=r)$. Построим фигуру Φ', инверсную фигуре Φ построения Штейнера; окружность (O, R) сама себе инверсна, так как пересекает окружность инверсии под прямым углом, следовательно, при построении фигуры Φ' придется строить только образы (окружности, проходящие через центр инверсии O), инверсные прямым фигуры Φ.

Следовательно, каждую геометрическую задачу на построение, разрешимую с помощью циркуля и линейки, можно всегда решить одним циркулем так, что не только окружности фигуры Φ', а *все* окружности, в том числе и окружности, с помощью которых производится построение фигуры Φ', будут проходить через *одну* и ту же точку плоскости O; исключение составляют только две окружности (окружности инверсии (O, r) и вспомогательная окружность (O, R) построения Штейнера), которые не проходят через точку O. Заметим, что окружности (M, K) и (K, P), которые проводились для построения центра инверсии O, также проходят через точку O.

Пусть некоторая задача на построение решена методом Штейнера; в результате получим фигуру Φ, состоящую, кроме одной окружности (O, R), только из прямых линий. Если за окружность инверсии принять вспомогательную окружность (O, R) и построить фигуру Φ', инверсную фигуре Φ, то получим фигуру, состоящую из *окружностей* и *прямых линий**, причем *все* эти прямые и окружности, за исключением окружности (O, R), будут проходить через одну и ту же наперед заданную точку O.

Таким образом, каждую геометрическую задачу на построение можно всегда решить *циркулем* и *линейкой* так, что *все* окружности и прямые этого построения, за исключением одной окружности [окружности инверсии $(O\ R)$], будут проходить через одну и ту же произвольно выбранную точку плоскости O.

* А. Адлер берет вспомогательную окружность (O, R) за окружность инверсии и утверждает: «Не только возможно, как это показал еще Маскерони, решить все геометрические конструктивные задачи второй степени при исключительном пользовании циркулем, но можно даже поставить еще условие, *чтобы все входящие в построение окружности, за исключением одной из них, проходили через одну и ту же произвольно выбранную точку*». Ошибочность этого утверждения следует из того, что все задачи на построение, разрешимые циркулем и линейкой, решить невозможно одной линейкой, если центр вспомогательной окружности O неизвестен, т. е., если через центр O вспомогательной окружности не проводить прямых линий, которые, как известно, сами себе инверсны, т. е. будут принадлежать фигуре Φ'.

Допустим теперь, что при решении геометрических задач на построение одним циркулем допускается однократное употребление линейки (или положим, что в плоскости чертежа имеется начерченная линейкой прямая линия AB). Возьмем произвольную окружность (O, r), центр O которой не лежит на прямой AB, за окружность инверсии и построим окружность (O', R), инверсную данной прямой AB. $R = OO'$, так как окружность (O', R) проходит через центр инверсии O. Решение любой задачи на построение методом Штейнера относительно окружности (O', R) даст фигуру Φ, состоящую только из прямых линий; ей инверсная фигура Φ' будет состоять из одних окружностей, проходящих через одну и ту же точку O. Конечно, при решении задачи методом Штейнера мы предполагаем, что ни одна из прямых, не прошла через точку O, лежащую на вспомогательной окружности (O', R); в противном случае за окружность инверсии (O, r) следует взять другую окружность. Если прямая линия AB не начерчена, а допускается однократное употребление линейки, то берем в плоскости произвольную окружность (O', R) в качестве вспомогательной и решаем задачу методом Штейнера. Затем на этой окружности берем произвольную точку O с одним только условием — чтобы она не лежала ни на одной из прямых фигуры Φ построения Штейнера. Радиусом $(r < 2R)$ описываем окружность, которая пересечет данную окружность (O', R) в точках A и B. Берем линейку и проводим прямую AB, которая будет инверсна окружности (O', R), если (O, r) принять за окружность инверсии. Дальше строим фигуру Φ', инверсную фигуре Φ.

Таким образом, если в плоскости чертежа начерчена прямая линия (допускается однократное употребление линейки), то *все* задачи на построение, разрешимые циркулем и линейкой, можно решить и одним циркулем, с условием, что все окружности этого построения, за исключением одной [окружности инверсии (O, r)] будут проходить через одну и ту же точку плоскости O. (Некоторая аналогия результату Штейнера для построений одной линейкой с постоянной окружностью).

Пусть, наконец, в плоскости чертежа задана (начерчена) фигура Ψ, состоящая только из прямых линий и отрезков (например, две параллельные прямые линии, или параллелограмм, или квадрат, или правильный многоугольник и т. д.). Предположим теперь, что какую-нибудь геометрическую задачу на построение мы решили методом Штейнера, приняв фигуру Ψ в качестве вспомогательной; тогда получим некоторый геометрический образ, некоторую фигуру Φ, состоящую только из прямых линий. Данная фигура Ψ будет частью фигуры Φ.

Возьмем произвольную окружность (O, r) с единственным условием, что центр O этой окружности не лежит ни на одной

из прямых фигуры Φ, и примем ее за окружность инверсии. Строим фигуру Φ', инверсную фигуре Φ. Фигура Φ' будет состоять только из окружностей, проходящих через одну и ту же точку — центр инверсии O.

Итак, если в плоскости чертежа задана (начерчена) некоторая фигура, состоящая из прямых линий и отрезков, то все задачи на построение, которые можно решить методом Штейнера, принимая эту фигуру в качестве вспомогательной, всегда можно решить одним циркулем так, что *все* окружности, за исключением одной — окружности инверсии, будут проходить через одну и ту же произвольную точку плоскости O.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Адлер. Теория геометрических построений, Одесса (1924).
2. Я. Штейнер. Геометрические построения, выполняемые с помощью прямой линии и неподвижного круга, М. (1939).

А. Л. ГАРКАВИ

О КВАЗИАНАЛИТИЧЕСКИХ (*B*) ФУНКЦИЯХ

1. Обозначим через $B\{n_k\}$ класс квазианалитических (B) в смысле С. Н. Бернштейна [1] функций, для которых существует такая последовательность целых чисел $\{n'_k\}$, что

$$\frac{1}{A} < \frac{n_k}{n'_k} < A, \ (A = \text{const.}; \ k = 1, 2, \ldots),$$

и

$$\lim_{k\to\infty} \sqrt[n'_k]{E_{n'_k}(f_1[a,b])} = \varrho < 1, \tag{1}$$

где $E_{n'_k}(f_1[a,b])$ — наилучшее приближение функции $f(x)$ многочленами степени n'_k на отрезке $[a, b]$, a $\{n_k\}$ — фиксированная последовательность целых чисел.

Классом квазианалитических $(Д)$ (в смысле Данжуа) функций назовем такую их совокупность, что если $f_1(x)$ и $f_2(x)$ — любые принадлежащие ей функции, то их разность $f(x) = f_1(x) - f_2(x)$ также является функцией квазианалитической $(Д)$, т. е. удовлетворяет условию:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt[n]{M_n}} = \infty; \ M_n = \max_{[a,\ b]} |f^{(n)}(x)|. \tag{2}$$

Теорема: а) Для того, чтобы все функции класса $B\{n_k\}$ являлись квазианалитическими $(Д)$, необходимо и достаточно, чтобы существовала такая четная весовая, нормально возрастающая функция $F(x)$, что выполнимы неравенства —

$$\ln F(n_{k+1}) \leqslant n_k \quad (k = 1, 2, \ldots), \qquad (A)$$

б) При этом все классы $B\{n_k\}$, для которых (A) выполнимо при одной и той же функции $F(x)$, образуют один класс квазианалитических $(Д)$ функций.

Доказательство опирается на теорему С. Н. Бернштейна [2, 3], согласно которой ряд (2) расходится тогда и только тогда, когда существует такая четная весовая нормально возрастающая функция $F(x)$, что

$$E_n(f) \leqslant \frac{1}{F(n)} \qquad (n = 1, 2, \ldots).$$

Следствие I: Если $\frac{n_{k+1}}{n_k} \leqslant \ln n_k \ldots \ln_p n_k$, $(\ln_p n_k = \ln \ln_{p-1} n_k;\ p \geqslant 1)$, то класс $B\{n_k\}$ квазианалитичен (D). Например, квазианалитичными $(Д)$ являются классы, определяемые следующими последовательностями:

1) $n_k = k^k$; 2) $n_k = k^k$; 3) $n_{k+1} = [n_k \ln n_n]$ $(n_1 = 3)$ и т. д. (здесь всюду $n_{k+1} \leqslant n_k \ln n_k$).

Следствие II: Если две квазианалитические (B) функции, принадлежащие совокупности классов $B\{n_k\}$, для которых условие (A) выполняется при фиксированной функции $F(x)$, совпадают на произвольно малой части отрезка, то они тождественны на всем отрезке.

Следствие III: Не существует неоднозначной квазианалитической функции [1], все ветви которой принадлежат классам $B\{n_k\}$, для которых соотношение (A) выполнимо при одной и той же функции $F(x)$. Т. е. последовательности $\{n_k\}$ определяющие классы, которым принадлежат ветви, не могут быть все слишком частыми (например, такими, чтобы для всех было $n_{k+1} \leqslant n_k \ln n_k$).

Следствие IV: Если $E_{n_k}(f) = e^{-\frac{cn_k}{\ln n_k \ldots \ln_p n_k}}$

$$\frac{n_{k+1}}{n_k} \leqslant \ln_{p+1} n_k \ldots \ln_{p+1} n_k \qquad (q, s \leqslant 1)$$

и $f(x) = 0$ на части отрезка, то $f(x) \equiv 0$ на всем рассматриваемом отрезке.

2. Если квазианалитическую (B) на отрезке $[ab]$ функцию $f(x)$ можно продолжить на отрезок $[bc]$ так, что полученная

функция будет допускать на отрезке $[ac]$ равномерное приближение многочленами степеней n_k $(k = 1, 2, \ldots)$, сходящимися квазианалитически к $f(x)$ на отрезке $[ab]$, то такое продолжение, называемое псевдоаналитическим [1], однозначно определяется в некоторой окрестности точки b.

Теорема: а) Любая непрерывная на $[ab]$ функция $\varphi(x)$ (в том числе и тождественный 0) может быть псевдоаналитическим продолжением некоторой квазианалитической на $[bc]$ функции.

б) При этом, если функция $\varphi(x)$ удовлетворяет условию Липшица, она может быть псевдоаналитическим продолжением квазианалитической функции, принадлежащей любому заданному классу $B\{n_k\}$, для которого

$$\lim_{k\to\infty} \frac{\ln n_{n+1}}{n_k} = \alpha > 0.$$

Из теоремы вытекает, в частности, отрицательный ответ (для случая достаточно редкой последовательности $\{n_k\}$) на упоминаемый С. Н. Бернштейном вопрос [1] о возможности однозначного восстановления квазианалитической функции по ее псевдоаналитическому продолжению.

Отметим попутно, что можно построить пример функции, допускающей счетное число различных псевдоаналитических продолжений (относительно разных последовательностей).

3. Пусть $\lim\limits_{k\to\infty} \sqrt[n_k]{E_{n_k}(f, [ab])} = 0$, а $\varphi(x)$ — монотонная, стремящаяся к 0 вместе с x, функция, такая, что

$$\varphi\left(\max_{k\geqslant k_0} A\sqrt{E_{n_k}(f)}\right) \leqslant C\,E_{n_{k_0}}(f) \quad (A > 1,\ C > 0 \text{ — постоянные}).$$

Пусть, далее, F — замкнутое счетное множество на отрезке $[ab]$ и Δx — смежный к F интервал. Положим

$$P_F(x_0\,x) = \max_{\Delta x} |\Delta x \cdot [x_0\,x]|.$$

При этих обозначениях имеет место:

Теорема: Если $\lim\limits_{k\to\infty} \sqrt[n_k]{E_{n_k}(f, [ab])} = 0$ и $|f(x)| \leqslant \varphi(|x_0 - x|)$ на $F\cdot[x_0\,x]$, причем $\varrho_F(x_0\,x) \leqslant \varphi(|x_0 - x|)$ $(|x_0 - x| < \delta)$, то $f(x) \equiv 0$ на отрезке $[ab]$.

Этот результат частично содержится в работе С. Н. Мергеляна [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Н. Бернштейн. Аналитические функции вещественной переменной, их возникновение и пути обобщений. Собр. сочинений, т. I, 1952.

2. С. Н. Бернштейн. О весовых функциях. Собр. сочинений, т. II, 1954.
3. С. Н. Бернштейн. О связи квазианалитических функций с весовыми функциями. Собр. сочинений, т. II, 1954.
4. С. Н. Мергелян. Некоторые вопросы конструктивной теории функций. Труды института им. В. А. Стеклова, т. 37, 1951.

Л. М. ЗОРІЙ

ДОСТАТНІ УМОВИ СТІЙКОСТІ В ЦІЛОМУ ДЛЯ НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

В роботі розглядається система рівнянь збуреного руху виду:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= F_{11}(x, y) + F_{12}(x, y), \\ \frac{dy}{dt} &= F_{21}(x, y) + F_{22}(x, y). \end{aligned} \tag{1.1}$$

Наведені достатні умови асимптотичної стійкості очевидного розв'язку $x = y = 0$ в цілому. Методом побудови функції Ляпунова доведені:

Теорема 2.1. Якщо виконуються умови

(а) $xF_{11}(x, y) = -a_{11}(x, y)\,x^2 < 0$ при $x \neq 0,\ y \neq 0$;
$yF_{22}(x, y) = -a_{22}(x, y)\,y^2 < 0$ „ „

(б) $yF_{12}(x, y) = \varphi_{12}(x)\,\psi_{12}(y)\,f(x, y)\,y^2 > 2$ „ „
$xF_{21}(x, y) = -\varphi_{21}(x)\,\psi_{21}(y)\,f(x, y)\,x^2 < 0$ „ „

$$\int_0^x \frac{\varphi_{21}(x)}{\psi_{12}(x)}\,x\,dx \to \infty \text{ при } |x| \to \infty,$$

(в)

$$\int_0^y \frac{\psi_{12}(y)}{\psi_{21}(y)}\,y\,dy \to \infty \text{ при } |y| \to \infty$$

і функції φ_{ij} та ψ_{ij} $(i,\ j = 1, 2,\ i \neq j$ одного знаку, то очевидний розв'язок системи (1.1) асимптотично стійкий в цілому.

Теорема 2. 2. Якщо в усьому просторі $-\infty < x < +\infty$, $-\infty < y < +\infty$ виконуються нерівності

$$F_1(x, y) \leqslant a_{11}(x, y); \quad F_2(x, y) \leqslant a_{22}(x, y),$$

причому хоча б в одній із них має місце строга нерівність, то нульовий розв'язок системи (2, 1)* асимптотично стійкий в цілому.

Розглядається ряд прикладів, з яких випливає, що наші умови в деякому розумінні є кращими, ніж наведені в роботах [4, 5, 6].

В § 3 розглядається система

$$\frac{dx_i}{dt} = \sum_{i,j=1}^{3} F_{ij}(x_1, x_2, x_3) \quad (i, j = 1, 2, 3) \qquad (3, 1)$$

і доводяться:

Теорема 3.1. Якщо в усьому просторі $-\infty < x_i < +\infty$ $(i = 1, 2, 3)$ виконуються умови

1) $x_i F_{ii}(x_1, x_2, x_3) = -a_{ii}(x_1, x_2, x_3) x^2_i < 0$ при $x \neq 0$ $(i = 1, 2, 3)$;

2) $x_2 F_{12}(x_1, x_2, x_3) = a_{12}(x_1, x_2, x_3) x^2_2 > 0$ „ $x_2 \neq 0$;
$x_3 F_{13}(x_1, x_2, x_3) = a_{13}(x_1, x_2, x_3) x^2_3 > 0$ „ $x_3 \neq 0$;
$x_3 F_{23}(x_1, x_2, x_3) = a_{23}(x_1, x_2, x_3) x^2_3 > 0$ „ $x_3 \neq 0$;

3) $x_1 F_{21}(x_1, x_2, x_3) = -a_{12}(x_1, x_2, x_3) x^2_1 < 0$ „ $x_1 \neq 0$;
$x_1 F_{31}(x_1, x_2, x_3) = -a_{13}(x_1, x_2, x_3) x^2_1 < 0$ „ $x_1 \neq 0$;
$x_2 F_{32}(x_1, x_2, x_3) = -a_{23}(x_1, x_2, x_3) x^2_2 < 0$ „ $x_2 \neq 0$,

то нульовий розв'язок системи (3. 1) асимптотично стійкий в цілому.

Теорема 3. 2. Якщо для системи (3. 1) виконані умови

1) теореми 3. 1,

2) $F_{21} = -a_{21} A_{11}(x_1) x_1$, $F_{31} = -a_{31} A_{11}(x_1) x_1$,
$F_{12} = a_{12} A_{22}(x_2) x_2$, $F_{32} = -a_{32} A_{22}(x_2) x_2$,
$F_{13} = a_{13} A_{33}(x_3) x_3$, $F_{23} = a_{23} A_{33}(x_3) x_3$,

3) $a_{23} a_{31} a_{12} = a_{32} a_{13} a_{21}$,

4) $$\lim_{|x_i| \to \infty} \int_0^{x_i} A_{ii}(x_i) x_i dx_i = \infty \qquad (i = 1, 2, 3),$$

де функції $A_{ii}(x_i)$ $(i = 1, 2, 3)$ додатні для довільних значень аргументів, а постійні $a_{ij} > 0$ $(i \neq j)$, то нульовий розв'язок системи (3. 1) асимптотично стійкий в цілому.

Вказано, що аналогічні теореми можна одержати для систем n рівнянь. Як приклад розглядається система, досліджена в праці [7]. Показано, що умова $c^2 - 4b > 0$ є зайвою.

ЛІТЕРАТУРА

1. В. В. Немыцкий, В. В. Степанов. Качественная теория дифференциальных уравнений. Гостеортехиздат, М.-Л. (1949).

2. Н. П. Еругин. Качественные методы в теории устойчивости. ПММ, т. XIX, вып. 5 (1955).

3. Е. А. Барбашин, Н. Н. Красовский. Об устойчивости движения в целом. ДАН СССР, т. LXXXVI, № 3 (1952).

4. Н. Н. Красовский. Теоремы об устойчивости движений, определяемых системой 2-х уравнений. ПММ, т. XVI, вып. 5 (1955).

5. Б. С. Разумихин. Об устойчивости тривиального решения систем 2-го порядка. ПММ, т. XIX, вып. 3 (1955).

6. Н. Н. Красовский. Об устойчивости движения в целом при постоянно действующих возмущениях. ПММ, т. XVIII, вып. 1 (1954).

7. В. А. Плисс. Необходимые и достаточные условия устойчивости в целом для системы n дифференциальных уравнений. ДАН СССР, т. 103, № 1 (1955).

8. И. Г. Малкин. Теория устойчивости движения. Гостеортехиздат, М.-Л. (1952).

М. П. ШЕРЕМЕТЬЕВ и Д. Г. ХЛЕБНИКОВ

УПРУГОЕ РАВНОВЕСИЕ ПОЛУПЛОСКОСТИ С ПОДКРЕПЛЕННЫМ КРАЕМ

Рассмотрим упругую изотропную полуплоскость ($y \leqslant o$), граница которой спаяна с бесконечно длинным тонким упругим прямолинейным стержнем постоянной жесткости. Будем считать, что одна из главных осей инерции каждого поперечного сечения стержня лежит в рассматриваемой плоскости. На стержень действуют распределенные поперечная и продольная нагрузка и изгибающий момент, интенсивность которых соответственно $q(x)$, $n(x)$ и $m(x)$.

Очевидно на контуре спая ($y=o$) будут выполняться следующие условия:

$$X_y = X^o{}_y, \quad Y_y = Y^o{}_y \tag{1}$$

и

$$u = u^o, \quad v = v^o, \tag{2}$$

где через X_y, Y_y, u, v обозначены компоненты напряжения и смещения по осям координат для полуплоскости, а через $X^o{}_y$, $Y^o{}_y$, u^o, v^o — те же величины для стержня. Обозначив нормальный и касательный компоненты напряжения на контуре спая через $f(x)$ и $g(x)$, установим зависимость между $f(x)$, $g(x)$ и компонентами смещения оси стержня u^o, v^o, воспользовавшись для этой цели работой М. П. Шереметьева [1].

Зависимость между компонентами смещения u^o, v^o, относительным удлинением $\varepsilon_o = \varepsilon_o(x)$ и углом поворота $\Theta = \Theta(x)$ элемента оси стержня в данном случае будет иметь вид:

$$\frac{du^o}{dx} = \varepsilon_o(x), \quad \frac{\partial v^o}{dx} = \Theta(x). \tag{3}$$

Закон Гука возьмем в виде:

$$\varepsilon_o = \frac{N}{G_1}, \quad \frac{d\Theta}{dx} = \frac{M}{G_2}, \tag{4}$$

где N и M — продольная сила и изгибающий момент, действующие в любом сечении стержня, а G_1 и G_2 — жесткости на растяжение и изгиб.

Условия равновесия элемента стержня dx дают [2]:

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dx} &= n(x) + g(x), \\ \frac{dQ}{dx} &= -q(x) - f(x), \\ \frac{dM}{dx} &= Q + m(x), \end{aligned} \tag{5}$$

где Q — перерезывающая сила.

Из (3), (4), (5) получаем зависимость между смещениями стержня и действующей на него нагрузкой:

$$\begin{aligned} \frac{d^2u^0}{dx^2} &= \frac{1}{G_1}[n(x) + g(x)], \\ \frac{d^4v^0}{dx^4} &= \frac{1}{G_2}\left[\frac{dm}{dx} - q(x) - f(x)\right]. \end{aligned} \tag{6}$$

Первое из уравнений (6) характеризует растяжение оси стержня, второе — его изгиб и известно из курса сопротивления материалов. Составим уравнения для нахождения $f(x)$ и $g(x)$. Производные смещений на границе упругой полуплоскости связаны с напряжениями на границе следующими соотношениями [3]:

$$\left.\begin{aligned} \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{y=0} &= \alpha f(x) + \frac{\beta}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{g(t)\,dt}{t-x} \\ \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)_{y=0} &= \frac{\beta}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{f(t)\,dt}{t-x} - \alpha g(x) \end{aligned}\right\}. \tag{7}$$

где α и β — упругие постоянные, выражающиеся для плоской деформации через модуль упругости E и коэффициент Пуассона ν формулами:

$$\alpha = \frac{(1-2\nu)(1+\nu)}{E}, \quad \beta = \frac{2(1-\nu^2)}{E} \tag{8}$$

и интегралы в правых частях (7) понимаются в смысле главного значения.

Из (6) и (7) получаем согласно (2):

$$\left.\begin{aligned} G_1\alpha f'(x) - g(x) + \frac{G_1\beta}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{g'(t)\,dt}{t-x} &= n(x) \\ \frac{G_2\beta}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{f'''(t)\,dt}{t-x} + f(x) - G_2\alpha g'''(x) &= \frac{dm}{dx} - q(x) \end{aligned}\right\}. \tag{9}$$

Система (9) является исходной для определения напряжений на контуре спая $f(x)$ и $g(x)$.

Пусть на стержень действует нагрузка вида:

$$\begin{aligned} q(x) &= a_1\cos\lambda x + a_2\sin\lambda x, \\ n(x) &= b_1\cos\lambda x + b_2\sin\lambda x, \\ m(x) &= c_1\cos\lambda x + c_2\sin\lambda x, \end{aligned} \tag{10}$$

где λ — вещественный положительный параметр, a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2 — постоянные, зависящие от λ.

Замечая, что

$$\begin{aligned} \frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\cos\lambda t\,dt}{t-x} &= -\sin\lambda x, \\ \frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\sin\lambda t\,dt}{t-x} &= \cos\lambda x, \end{aligned} \tag{11}$$

будем искать решение уравнений (9) в виде:

$$\begin{aligned} f(x) &= f_1\cos\lambda x + f_2\sin\lambda x, \\ g(x) &= g_1\cos\lambda x + g_2\sin\lambda x. \end{aligned} \tag{12}$$

Подставляя (10) и (12) в уравнения (9) и учитывая (11), находим значения неизвестных постоянных:

$$f_1 = \frac{1}{D(\lambda)}\left[-(G_1\beta\lambda + 1)\,a_1 + G_2\alpha\lambda^3 b_2 + (G_1\beta\lambda + 1)\lambda c_2\right]$$

$$f_2 = \frac{1}{D(\lambda)}\left[-(G_1\beta\lambda + 1)\,a_2 - G_2\alpha\lambda^3 b_1 - (G_1\beta\lambda + 1)\,\lambda c_1\right] \qquad (13)$$

$$g_1 = \frac{1}{D(\lambda)}\left[-G_1\alpha\lambda a_2 - (G_2\beta\lambda^3 + 1)\,b_1 - G_1\alpha\lambda^2 c_1\right]$$

$$g_2 = \frac{1}{D(\lambda)}\left[G_1\alpha\lambda a_1 - (G_2\beta\lambda^3 + 1)b_2 - G_1\alpha\lambda^2 c_2\right],$$

где

$$D(\lambda) = G_1G_2(\beta^2 - \alpha^2)\,\lambda^4 + G_2\beta\lambda^3 + G_1\beta\lambda + 1. \qquad (14)$$

От нагрузки вида (10) легко перейти к случаю нагрузки общего вида, представимой в виде интеграла Фурье.

Действительно, пусть функции $q(x)$, $n(x)$, $m(x)$ удовлетворяют условиям Дирихле во всяком конечном промежутке, будучи абсолютно интегрируемым в интервале $(-\infty, \infty)$. Тогда, как известно, можно представить:

$$q(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty d\lambda \int_{-\infty}^{\infty} q(t)\,\cos\lambda(t - x)\,dt,$$

$$n(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty d\lambda \int_{-\infty}^{\infty} n(t)\cos\lambda(t - x)\,dt, \qquad (15)$$

$$m(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty d\lambda \int_{-\infty}^{\infty} m(t)\cos\lambda(t - x)\,dt.$$

Элементарная нагрузка

$$\Delta q = \frac{1}{\pi}\,\Delta\lambda \int_{-\infty}^{\infty} q(t)\cos\lambda t dt\cdot\cos\lambda x + \frac{1}{\pi}\,\Delta\lambda \int_{-\infty}^{\infty} q(t)\sin\lambda t dt\cdot\sin\lambda x,$$

$$\Delta n = \frac{1}{\pi}\,\Delta\lambda \int_{-\infty}^{\infty} n(t)\cos\lambda t dt\cdot\cos\lambda x + \frac{1}{\pi}\,\Delta\lambda \int_{-\infty}^{\infty} n(t)\sin\lambda t dt\cdot\sin\lambda x,$$

$$\Delta m=\frac{1}{\pi}\,\Delta\lambda\int_{-\infty}^{\infty}m(t)\cos\lambda t dt\cdot\cos\lambda x+\frac{1}{\pi}\,\Delta\lambda\int_{-\infty}^{\infty}m(t)\sin\lambda t dt\cdot\sin\lambda x$$

вызовет, согласно (13), напряжения на контуре спая:

$$\Delta f=-\frac{\Delta\lambda}{\pi}\cdot\frac{G_1\beta\lambda+1}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^{\infty}q(t)\cos\lambda(t-x)\,dt+$$

$$+\frac{\Delta\lambda}{\pi}\cdot\frac{G_2\alpha\lambda^3}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^{\infty}n(t)\sin\lambda(t-x)\,dt+$$

$$+\frac{\Delta\lambda}{\pi}\cdot\frac{\lambda(G_1\beta\lambda+1)}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^{\infty}m(t)\sin\lambda(t-x)\,dt,$$

$$\Delta g=-\frac{\Delta\lambda}{\pi}\cdot\frac{G_1\alpha\lambda}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^{\infty}q(t)\sin\lambda(t-x)\,dt-$$

$$-\frac{\Delta\lambda}{\pi}\cdot\frac{G_2\beta\lambda^3+1}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^{\infty}n(t)\cos\lambda(t-x)\,dt-$$

$$-\frac{\Delta\lambda}{\pi}\cdot\frac{G_1\alpha\lambda^2}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^{\infty}m(t)\cos\lambda(t-x)\,dt.$$

Поэтому нагрузка вида (15) вызовет напряжения:

$$f(x)=-\frac{1}{\pi}\int_0^{\infty}\frac{G_1\beta\lambda+1}{D(\lambda)}\,d\lambda\int_{-\infty}^{\infty}q(t)\cos\lambda(t-x)\,dt+$$

$$+\frac{G_2\alpha}{\pi}\int_0^{\infty}\frac{\lambda^3 d\lambda}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^{\infty}n(t)\sin\lambda(t-x)\,dt+$$

$$+\frac{1}{\pi}\int_0^{\infty}\frac{G_1\beta\lambda+1}{D(\lambda)}\lambda d\lambda\int_{-\infty}^{\infty}m(t)\sin\lambda(t-x)\,dt,\qquad(16)$$

$$g(x) = -\frac{G_1 a}{\pi}\int_0^\infty \frac{\lambda d\lambda}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^\infty q(t)\sin\lambda(t-x)\,dt -$$

$$-\frac{1}{\pi}\int_0^\infty \frac{G_2\beta\lambda^3+1}{D(\lambda)}\,d\lambda\int_{-\infty}^\infty n(t)\cos\lambda(t-x)\,dt -$$

$$-\frac{G_1 a}{\pi}\int_0^\infty \frac{\lambda^2 d\lambda}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^\infty m(t)\cos\lambda(t-x)\,dt.$$

Интегралы в правых частях формул (16) будут сходиться, если помимо абсолютной интегрируемости функций $q(x)$, $n(x)$ и $m(x)$ потребовать, чтобы функции $n(x)$ и $m(x)$ имели всюду ограниченную интегрируемую производную. Тогда сходимость интеграла

$$\int_0^\infty \frac{\lambda^3 d\lambda}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^\infty n(t)\sin\lambda(t-x)\,dt = \int_0^\infty \frac{\lambda^3\cos\lambda x\,d\lambda}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^\infty n(t)\sin\lambda t\,dt -$$

$$-\int_0^\infty \frac{\lambda^3\sin\lambda x\,d\lambda}{D(\lambda)}\int_{-\infty}^\infty n(t)\cos\lambda t\,dt \qquad (17)$$

следует из того, что интегралы $\int_{-\infty}^\infty n(t)\sin\lambda t\,dt$ и $\int_{-\infty}^\infty n(t)\cos\lambda t\,dt$ в силу теоремы Лебега-Римана [5] сходятся для любого значения λ и при $\lambda\to\infty$ ведут себя, как $0\left(\frac{1}{\lambda}\right)$.

Напряженное состояние полуплоскости можно определить теперь по формулам [4]:

$$X_x = -\frac{2}{\pi}\int_{-\infty}^\infty \frac{yf(\xi)+(x-\xi)g(\xi)}{[y^2+(x-\xi)^2]^2}(x-\xi)^2\,d\xi,$$

$$X_y = -\frac{2y}{\pi}\int_{-\infty}^\infty \frac{yf(\xi)+(X-\xi)g(\xi)}{[y^2+(x-\xi)^2]^2}(x-\xi)\,d\xi, \qquad (18)$$

$$y_y = -\frac{2y^2}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{yf(\xi)+(x-\xi)g(\xi)}{[y^2+(x-\xi)^2]^2}\,d\xi.$$

В частном случае, если на подкрепляющий стержень действует перпендикулярная к его оси сосредоточенная сила P, приложенная в начале координат, формулы (16) примут вид:

$$f(x) = -\frac{P}{\pi}\int_0^{\infty}\frac{G_1\beta\lambda+1}{D(\lambda)}\cos\lambda x\,d\lambda,$$

$$g(x) = \frac{PG_1\alpha}{\pi}\int_0^{\infty}\frac{\lambda\sin\lambda x\,d\lambda}{D(\lambda)}. \qquad (19)$$

Если положить здесь $G_1 = G_2 = 0$, т. е. считать, что подкрепляющий стержень отсутствует, то из (18) получается известное из курса теории упругости решение задачи Фламана.

Случаи действия на подкрепляющий стержень сосредоточенной силы, направленной по его оси, или сосредоточенного момента также легко получаются из формул (16).

Аналогичным путем в такой же постановке решается задача и для анизотропной полуплоскости.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. П. Шереметьев. Плоско-напряженное состояние пластинки с подкрепленным круговым отверстием. Инж. сборник, т. 14 (1953).
2. М. М. Филоненко-Бородич и др. Курс сопротивления материалов, т. 1, М. (1955).
3. Л. А. Галин. Контактные задачи теории упругости. М. (1953).
4. Н. Н. Лебедев и др. Сборник задач по математической физике. М., стр. 169—170 (1955).
5. Е. Титчмарш. Введение в теорию интегралов Фурье. Гостехиздат (1948).

Н. П. ФЛЕЙШМАН

ЗАМЕЧАНИЯ К ОДНОЙ СТАТЬЕ М. П. ШЕРЕМЕТЬЕВА

§ 1. В работе [1] М. П. Шереметьев вывел граничные условия для пластинки, в криволинейное отверстие которой впаяно тонкое кольцо постоянного сечения. При этом кольцо принято

за упругую линию, обладающую жесткостью на растяжение и изгиб. Решение задачи получено для кругового отверстия. Там же [1, стр. 91] имеется указание на то, что для тонких колец влияние жесткости кольца на изгиб g_2 настолько невелико, что в решении можно положить $g_2 = 0$, т. е. рассматривать кольцо как работающее только на растяжение.

В статье [4], выполненной под руководством М. П. Шереметьева, К. Н. Русинко частично воспользовался этим указанием и решил приближенно задачу о растяжении плоскости с подкрепленным эллиптическим отверстием, пренебрегая в законе Гука (для кольца) влиянием изгибающего момента на величину относительного удлинения оси кольца ε и влиянием ε на величину угла поворота сечения кольца.

Используя то же указание М. П. Шереметьева, мы рассматриваем кольцо как криволинейный стержень, работающий только на растяжение или сжатие. При этом мы полностью пренебрегаем действием изгибающих моментов в поперечных сечениях кольца и смягчаем условия спая между кольцом и пластинкой, потребовав только выполнения условия равенства относительных удлинений в пластинке и кольце вдоль контура спая L. Это значительно упрощает граничное условие и решение задачи и дает возможность с достаточной для практики точностью подсчитать напряжения в пластинке даже в тех случаях, когда кольцо не слишком тонкое (см. § 2).

Закон Гука, уравнение совместности деформаций и условие равновесия для кольца имеют в данном случае частный вид (см. формулы (1.12), (1.13) и (1.4) [1].

$$N_1 = \varepsilon E_1 F, \quad \varepsilon = -Re\left[ie^{-i\alpha}\frac{d}{ds}(u^\circ + iv^\circ)\right],$$
$$2h\int_o^s (X_n^\circ + iY_n^\circ)\,ds = \int_o^s (P_x + iP_y)\,ds + iN_1 e^{i\alpha} + \text{const}, \tag{1.1}$$

где E_1F — переменная, вообще говоря, жесткость кольца на растяжение; u° и v° — проекции на оси координат Ox и Oy вектора смещения точек оси кольца; s — дуга на контуре спая L, на котором выбрано положительное направление, оставляющее слева часть плоскости, занятую пластинкой; X°_n и Y°_n — это проекции неизвестных напряжений, действующих со стороны кольца на пластинку, а P_x и P_y — проекции заданной внешней нагрузки, приложенной к кольцу; N_1 — нормальная растягивающая сила, действующая в поперечном сечении s кольца; α — угол, который внешняя нормаль n к L составляет с осью Ox и который отсчитывается от этой последней; $2h$ — толщина пластинки.

Проинтегрировав по s второе граничное условие (1.3) работы, [1] и принимая во внимание вышеприведенные формулы (1.1), можно без труда исключить неизвестные правые ча-

сти условий спая и получить следующее граничное условие для пластинки, край которой подкреплен безмоментным кольцом:

$$-\frac{E_1F}{4\mu h}\,e^{ia}\,Re\left\{ie^{-ia}\left[\varkappa\varphi_1(t)-\overline{t\varphi_1'(t)}-\overline{\psi_1(t)}\right]\right\}+$$

$$+\varphi_1(t)+\overline{t\varphi_1'(t)}+\overline{\psi_1(t)}=f \text{ на } L, \qquad (1.2)$$

где t — аффикс точки на L, μ — модуль сдвига материала пластинки, $\varkappa=(3-\nu)/(1+\nu)$, ν—коэффициент Пуассона, $\varphi_1(z)$ и $\psi_1(z)$ — функции от комплексного переменного $z=x+iy$, голоморфные в области пластинки, а через f обозначено

$$f=f(t)=f(s)=\frac{i}{2h}\int_o^s(P_x+iP_y)\,ds+\text{const}. \qquad (1.3)$$

В частном случае, когда L представляет собою окружность радиуса R, граничное условие (1.2) принимает вид

$$\pm\,\delta t\,Re\left\{\frac{d}{dt}\left[\varkappa\varphi_1(t)-\overline{t\varphi_1'(t)}-\overline{\psi_1(t)}\right]\right\}+$$

$$+\varphi_1(t)+\overline{t\varphi_1'(t)}+\overline{\psi_1(t)}=f, \qquad (1.4)$$

где $\delta=E_1F/4\mu hR$. Здесь и в дальнейшем верхний (нижний) знак плюс (минус) относится к случаю, когда пластинка занимает внутренность (внешность) L.

Исходя из условия (1.7) и применяя метод рядов Фурье, можно легко решить ряд технически важных задач для пластинок с подкрепленной круговой границей.

Если область, занимаемая пластинкой, односвязна, можно воспользоваться ее конформным отображением на внешность или внутренность единичного круга γ на плоскости $\zeta=\rho e^{i\theta}=\rho\sigma$ при помощи отображающей функции $z=\omega(\zeta)$

В плоскости ζ условие (1.2) записывается в виде

$$\pm\frac{E_1F}{4\mu h}\frac{\omega'(\sigma)}{|\omega'(\sigma)|}\,\sigma\,Re\left\{\frac{1}{\omega'(\sigma)}\frac{d}{d\sigma}\left[\varkappa\varphi(\sigma)-\frac{\omega(\sigma)}{\overline{\omega'(\sigma)}}\,\overline{\varphi'(\sigma)}-\right.\right.$$

$$\left.\left.-\overline{\psi(\sigma)}\right]\right\}+\varphi(\sigma)+\frac{\omega(\sigma)}{\overline{\omega'(\sigma)}}\overline{\varphi'(\sigma)}+\overline{\psi(\sigma)}=f \text{ на } \gamma, \qquad (1.5)$$

где

$$\varphi(\zeta)=\varphi_1(z)=\varphi_1[\omega(\zeta)],\quad \psi(\zeta)=\psi_1(z)=\psi_1[\omega(\zeta)].$$

§ 2. В качестве примера рассмотрим растяжение пластинки с подкрепленным круговым отверстием.

Бесконечная пластинка растягивается усилиями $\sigma_x^{(\infty)}=p$ и $\sigma_y^{(\infty)}=q$. Подкрепляющее кольцо свободно от внешних усилий. По аналогии с [2] возьмем функции $\varphi_1(z)$ и $\psi_1(z)$ в виде

$$\varphi_1(z) = \frac{p+q}{4} z + \alpha_{-1} \frac{R}{z}, \quad \psi_1(z) = \frac{q-p}{2} z + \beta_{-1} \frac{R}{z} + \beta_{-3} \frac{R^3}{z^3}. \tag{2.1}$$

Для определения неизвестных коэффициентов α_{-1}, β_{-1} и β_{-3} подставляем (2. 1) в (1. 4) и сравниваем коэффициенты при одинаковых степенях σ. В результате получаем систему уравнений, из которой находим[1]:

$$\alpha_{-1} = \frac{R(p-q)(1+\delta)}{2+\delta(\varkappa+3)}, \quad \beta_{-1} = \frac{R(p+q)}{4} \cdot \frac{\delta(\varkappa-1)-2}{1+\delta},$$

$$\beta_{-3} = \frac{(p-q)R}{2} \cdot \frac{2+\delta(1-\varkappa)}{2+\delta(\varkappa+3)}. \tag{2.2}$$

Решение этой задачи получено значительно более сложным путем в работе [3] в предположении, что материал кольца и пластинки одинаков.

В таблице приведены значения напряжений σ_θ при $\theta = \frac{\pi}{2}$, возникающих в пластинке на контуре спая с кольцом ($r = R$). Эти напряжения подсчитывались для случая одноосного растяжения ($q = 0$) пластинки, подкрепленной кольцом прямоугольного поперечного сечения с размерами $2b \times 2h_1$ при $\frac{E_1 h_1}{Eh} = 1{,}833$, $\varkappa = 2{,}08$, $\delta = 4{,}7658 \frac{b}{R}$ и при различных значениях $k = \frac{b}{R-b}$. Для сравнения в этой же таблице приведены напряжения σ_θ, заимствованные нами из работ Г. Н. Савина [2] и М. П. Шереметьева [1]. В работе [2] напряженное состояние подкрепляющего кольца удовлетворяет уравнениям плоской теории упругости, а в работе [1] кольцо рассматривается как упругая линия, работающая на растяжение и изгиб.

Таблица

Значения напряжений σ_θ/p при $\theta = \frac{\pi}{2}$ на контуре спая

$\varkappa = \frac{b}{R-b}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{100}$
По решению (2. 2)	1,536	1,814	2,387	2,585	2,771
По данным Г. Н. Савина [2]	1,301	1,660	2,349	2,569	2,776
По данным М. П. Шереметьева [1]	1,12	1,57	2,35	—	—

[1] См. [1] при $g_2 = 0$.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. П. Шереметьев. Инженерный сборник, т. XIV. Изд. АН СССР (1953).
2. Г. Н. Савин. Концентрация напряжений около отверстий, гл. V, Гостехиздат (1951).
3. R. M. Radok. Journal of Applied Mechanics, 22, № 2, 1955.
4. К. Н. Русинко. Бюллетень наукової студентської конференції 1954 р., частина II. Видавн. Львівського університету, 1955.

В. І. ТУЛЬЧІЙ

ЗГИН БЕЗМЕЖНОЇ ПЛАСТИНКИ, ОСЛАБЛЕНОЇ ДВОМА КРУГОВИМИ ОТВОРАМИ, ГРАНИЦІ ЯКИХ ПІДКРІПЛЕНІ ТОНКИМИ КІЛЬЦЯМИ

Розглядаючи задачу пружної рівноваги безмежної, ізотропної і однорідної пластинки, припустимо, що вона ослаблена двома довільними круговими отворами, границі яких підкріплені тонкими пружними кільцями.

Будемо вважати, що головний вектор і головний момент зусиль, прикладених до кожного із підкріплюючих кілець, рівні нулеві. Поверхня пластинки вільна від навантаження, а напружений стан на безмежності однорідний, тобто величини $M_{x(\infty)}$, $H_{xy(\infty)}$, $M_{y(\infty)}$ — обмежені.

Покладаючи $z = \omega(\zeta)$, де

$$\omega(\zeta) = \frac{\zeta}{1 - a\zeta}, \quad a > 0$$

відобразимо область пластинки на кругове кільце, обмежене колами γ_1, γ_2.

Граничні умови задачі, одержані в роботі [1], після несклад них перетворень можуть бути записані в вигляді:

$$2A^o_j \left\{ \bar{\varphi}'(\bar{\sigma}_j)\,\bar{\dot{\sigma}}_j + \frac{\bar{\omega}'(\bar{\sigma}_j)}{\omega'(\sigma_j)}\,\varphi'(\sigma_j)\,\dot{\sigma}_j + \right.$$

$$+ \frac{\bar{\omega}(\bar{\sigma}_j)}{[\omega'(\sigma_j)]^2}\left[\varphi''(\sigma_j)\,\omega'(\sigma_j) - \varphi'(\sigma_j)\,\omega''(\sigma_j)\right]\dot{\sigma}_j +$$

$$\left. + \psi'(\sigma_j)\,\dot{\sigma}_j \right\} + 2iD\left\{(3+\mu)\,\bar{\varphi}(\bar{\sigma}_j) - (1-\mu)\left[\frac{\bar{\omega}(\bar{\sigma}_j)}{\omega'(\sigma_j)} + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \psi(\sigma_j)\right]\right\} = f'_{1j} + if'_{2j}, \qquad (1.1)$$

де

$$f'_{1j} + if'_{2j} = \left\{ \bar{C}_{oj} - \bar{\omega}(\bar{\sigma}_j)V'_{ozj} + i\int_o^s \bar{\dot{z}}_j m_j(s)\,ds + \right.$$

$$+\int_o^s \Big[\overline{z}_j(s) - \overline{z}_j(\alpha)\Big]_{(j=1,\,2)} p_j(\alpha)\,d\alpha\Big\}. \qquad (1.2)$$

При цьому σ_j — афікс точки кола γ_j $(j = 1, 2)$.

Розкладаючи два останні члени із (1.2) в ряд Фур'є, маємо

$$f'_{1j} + if'_{2j} = \overline{C}_{oj} - \overline{\omega}(\overline{\sigma}_j)\, V'_{ozj} + \sum_{n=0}^{\infty} a_{nj}\,\sigma_j^n + \sum_{n=1}^{\infty} \beta_{nj}\,\sigma_j^{-n}. \qquad (1.3)$$

Будемо шукати розв'язок рівнянь (1.1) в вигляді

$$\varphi(\sigma_j) = B^{(2)}\omega(\sigma_j) + \varphi_o(\sigma_j),$$
$$\psi(\sigma_j) = (B' + iC')\,\omega(\sigma_j) + \psi_o(\sigma_j). \qquad (1.4)$$

Примінюючи спосіб, використаний в роботі [2], покладемо

$$\varphi_o(\sigma_j) = P_1(\sigma_j) + P_2(\sigma_j),$$
$$\psi_o(\sigma_j) = Q_1(\sigma_j) + Q_2(\sigma_j),$$

де

$$P_1(\sigma_j) = \sum_1^{\infty} a_k\sigma_j^k, \quad Q_1(\sigma_j) = \sum_0^{\infty} c_k\sigma_j^k,$$

$$P_2(\sigma_j) = \sum_1^{\infty} b_k\sigma_j^{-k}, \quad Q_2(\sigma_j) = \sum_1^{\infty} d_k\sigma_j^{-k} \qquad (1.5)$$

Враховуючи (1.5), підставимо вираз (1.4) в граничні умови (1.1). Потім ліву і праву частини одержаних рівностей помножимо на

$$\frac{1}{2\pi i}\,\frac{d\sigma_j}{\sigma_j - \zeta}$$

та, покладаючи $A^o{}_j = A_j\varrho_j^{-1}$, проінтегруємо їх по $\gamma_j (j=1, 2)$.

В результаті інтегрування по γ_2 $(|\zeta| < \varrho_2)$ і γ_1 $(|\zeta| < \varrho_1)$ відповідно знаходимо

$$A^o{}_2\Big\{\varrho_2^2\zeta^{-2}(1 - a\zeta)\,(\zeta - a\varrho_2^2)^2\,\overline{P'}_2\left(\frac{\varrho_2^2}{\zeta}\right) +$$
$$+ a\varrho_2^2(a\varrho_2^2 - \zeta)\,\overline{a}_1 + (1 - a\zeta)^3\,\varrho_2^2 P'_1(\zeta) +$$

$$+\varrho_2^2(1-a^2\varrho_2^2)^3 P'_2(a\varrho_2^2)-\varrho^2{}_2 a^3(a\varrho_2^2-\zeta)b_1+$$
$$+\varrho_2^2(1-a\zeta)^3(a\varrho_2^2-\zeta)P''_1(\zeta)-2a^2\varrho_2^2(1-a\zeta)^2$$
$$(a\varrho_2^2-\varsigma)P'_1(\zeta)-(1-a\zeta)(\varsigma-a\varrho_2^2)^2 Q'_1(\zeta)+$$
$$+a(a\varrho_2^2-\zeta)d_1\Big\}+D\Big\{(3+\mu)(a\varrho_2^2-\zeta)\overline{P}_2\Big(\frac{\varrho_2^2}{\zeta}\Big)+$$
$$+(1-\mu)\Big[\varrho_2^2(1-a\zeta)^2 P_1'(\zeta)+\varrho_2^2(1-a^2\varrho_2^2)^2 P'_2(a\varrho^2{}_2)-$$
$$-(a\varrho_2^2-\zeta)Q_1(\zeta)\Big]\Big\}=-\frac{i}{2}(a\varrho_2^2-\zeta)\sum_0^\infty a_{n,2}\zeta^n-$$
$$-\frac{B'+iC'}{a}\Big[D(1-\mu)-A^o{}_2\Big](a\varrho_2^2-\zeta)+2B^{(2)}a\varrho_2{}^2A^o{}_2\zeta+$$
$$+2B^{(2)}\Big[D(1+\mu)-A^o{}_2\Big]\varrho_2^2-\frac{i}{2}(a\varrho_2^2-\zeta)\overline{C}_{02}-$$
$$-\frac{i}{2}\varrho_2^2 V'_{oz2}. \qquad (1.6)$$

$$A^o{}_1\Big\{\varrho_1{}^2\zeta^{-2}(a\zeta-1)\ (\zeta-a\varrho_1{}^2)^2\overline{P}'_2\Big(\frac{\varrho_1{}^2}{\zeta}\Big)+$$
$$+a\varrho_1{}^2(\zeta-a\varrho_1{}^2)\overline{a}_1-a^8\varrho_1{}^2(\zeta-a\varrho_1{}^2)b_1-$$
$$-\varrho_1{}^2(1-a\zeta)^3 P'_1(\zeta)+\varrho_1{}^2(1-a^2\varrho^2{}_1)^3 P'_1(a\varrho_1{}^2)+$$
$$+\varrho_1{}^2(1-a\zeta)^3(\zeta-a\varrho_1{}^2)P''_1(\zeta)-$$
$$-2a\varrho_1{}^2(1-a\zeta)^2(\zeta-a\varrho_1{}^2)P'_1(\zeta)+$$
$$+(1-a\zeta)(\zeta-a\varrho_1{}^2)^2 Q'_1(\zeta)+a(\zeta-a\varrho_1{}^2)d_1\Big\}+$$
$$+D\Big\{(3+\mu)(\zeta-a\varrho_1{}^2)\overline{P}_2\Big(\frac{\varrho_1{}^2}{\zeta}\Big)-(1-\mu)\Big[\varrho_1{}^2(1-a\zeta)^2 P'_1(\zeta)-$$
$$-\varrho_1{}^2(1-a^2\varrho_1{}^2)^2 P'_1(a\varrho_1{}^2)+(\zeta-a\varrho_1{}^2)Q_1(\zeta)\Big]\Big\}=-$$
$$-\frac{i}{2}(\zeta-a\varrho_1{}^2)\sum_0^\infty a_{n,1}\zeta^n-2a\varrho_1{}^2(\zeta-a\varrho_1{}^2)A^o{}_1B^{(2)}+$$
$$+(B'+iC')\Big\{\Big[D(1-\mu)-A^o{}_1\Big]\zeta+a\varrho^2{}_1A^o{}_1\Big\}(\zeta-a\varrho_1{}^2)\sum_0^\infty(a\zeta)^k-$$
$$-\frac{i}{2}(\zeta-a\varrho^2{}_1)\overline{C}_{01}. \qquad (1.7)$$

Інтегруючи по тих же колах γ_2, γ_1, але покладаючи відповідно $|\zeta| > \varrho_2$, $|\zeta| > \varrho_1$, одержимо слідуючі дві тотожності

$$A^o_2 \left\{ - \varrho^2_2 (1 - a\zeta)(\zeta - a\varrho_2^2)^2 P'_1\left(\frac{\varrho_2^2}{\zeta}\right) + \right.$$

$$+ a\varrho_2^2 (a\varrho_2^2 - \zeta)\,\overline{a}_1 - \varrho_2^2 (1 - a\zeta)^3 P'_2(\zeta) +$$

$$+ \varrho_2^2 (1 - a^2\varrho_2^2)^3 P'_2(a\varrho_2^2) - a^3\varrho_2^2 (a\varrho_2^2 - \zeta)\, b_1 -$$

$$- \varrho_2^2 (1 - a\zeta)^3 (a\varrho_2^2 - \zeta) P''_2(\zeta) +$$

$$+ 2a\varrho_2^2 (1 - a\zeta)^2 (a\varrho_2^2 - \zeta) P'_2(\zeta) +$$

$$\left. + (1 - a\zeta)(\zeta - a\varrho_2^2)^2 Q'_2(\zeta) + a(a\varrho_2^2 - \zeta)\, d_1 \right\} +$$

$$+ D\left\{(3 + \mu)(\zeta - a\varrho_2^2)\overline{P}_1\left(\frac{\varrho_1^2}{\zeta}\right) - \right.$$

$$- (1 - \mu)\left[\varrho_2^2 (1 - a\zeta)^2 P'_2(\zeta) + (\zeta - a\varrho_2^2) Q_2(\zeta) - \right.$$

$$\left. \left. - \varrho_2^2 (1 - a^2\varrho_2^2)^2 P'_2(a\varrho_2^2) \right] \right\} = \frac{i}{2}(a\varrho_2^2 - \zeta) \sum_1^\infty \beta_{n,2}\zeta^{-n} +$$

$$+ \varrho_2^2 A^o_2 (B'_2 + iC')(a\varrho_2^2 - \zeta)\zeta^{-1} +$$

$$+ \frac{B' + iC'}{a}\left\{(a\varrho_2^2 - \zeta)\left[D(1 - \mu) - A^o_2 + \right.\right.$$

$$\left.\left. + A^o_2 a\varrho_2^2 \zeta^{-1} \right] \right\} \sum_1^\infty \left(\frac{1}{a\zeta}\right)^k. \qquad (1.8)$$

$$A^o_1 \left\{ 1 - \varrho_1^2 \zeta^{-2} (1 - a\zeta)(\zeta - a\varrho_1^2)^2 \overline{P}'_1\left(\frac{\varrho_1^2}{\zeta}\right) - \right.$$

$$- a\varrho_1^2 (\zeta - a\varrho^2_1)\,\overline{a}_1 - \varrho_1^2 (1 - a\zeta)^3 P'_2(\zeta) +$$

$$+ a^3\varrho_1^2 (\zeta - a\varrho_1^2)\, b_1 - \varrho_1^2 (1 - a^2\varrho_1^2)^3 P'_1(a\varrho_1^2) +$$

$$+ \varrho_1^2 (1 - a\zeta)^3 (\zeta - a\varrho_1^2) P''_2(\zeta) - a(\zeta - a\varrho_1^2)\, d_1 +$$

$$+ (1 - a\zeta)(\zeta - a\varrho_1^2)^2 Q'_2(\zeta) -$$

$$\left. - 2a\varrho_1^2 (1 - a\zeta)^2 (\zeta - a\varrho_1^2) P'_2(\zeta) \right\} +$$

$$+ D\left\{(3 + \mu)(\zeta - a\varrho_1^2)\overline{P}_1\left(\frac{\varrho_1^2}{\zeta}\right) - \right.$$

$$\left. - (1 - \mu)\left[\varrho^2_1 (1 - a\zeta)^2 P'_2(\zeta) + \varrho_1^2 (1 - a^2\varrho_1^2) P'_1(a\varrho_1^2) + \right.\right.$$

$$+ (\zeta - a\varrho_1^2)\, Q_2(\zeta)\Big]\Big\} = \frac{i}{2}\varrho_1^2\, V'_{oz1} - 2\varrho_1^2)\, B^{(2)}\Big[\, D(1+\mu) -$$

$$- A^o{}_1 (1 - a\zeta)\Big] + 2a\varrho_1^2 A^o{}_1 B^{(2)}(\zeta - a\varrho_1^2) -$$

$$- \frac{i}{2}(\zeta - a\varrho_1^2)\sum_1^\infty \beta_{n,1}\zeta^{-n}. \qquad (1.9)$$

Коефіцієнти $c\ C_{n+1}, b_{n+1}$ $(n \geqslant 2)$ функцій $Q_1(\zeta)$ та $P_2(\zeta)$ легко визначити із (1.6), (1.7), якщо кожний доданок лівих частин замінити відповідним рядом по додатніх степенях ζ. Виконавши цей розклад і зрівнявши коефіцієнти при одинакових степенях ζ^n $(n \geqslant 2)$, після нескладних підрахунків знаходимо.

$$C_{n+1} = L_{(n+1)}\Big\{P_1^{(n+1)}\ \bar{b}_n + P_2^{(n+1)}\ \bar{b}_{n-1} + P_3^{(n+1)}\ \bar{b}_{n-2} +$$
$$+ P_4^{(n+1)}\ a_{n+2} + P_5^{(n+1)}\ a_{n+1} + P_6^{(n+1)}\ a_n +$$
$$+ P_7^{(n+1)}\ a_{n-1} + P_8^{(n+1)}\ a_{n-2} + P_9^{(n+1)}\ c_n +$$
$$+ P_{10}^{(n+1)}\ c_{n-1} + P_{11}^{(n+1)}\ c_{n-2} + P_{12}^{(2)}\ \varrho_1^{-2(1+n)}\ a_{n,2} -$$
$$- P_{13}^{(2)}\ \varrho_1^{-2(1+n)}\ a_{n-1,2} - P_{12}^{(1)}\ \varrho_2^{-2(1+n)}\ a_{n,1} +$$
$$+ P_{13}^{(1)}\ \varrho_2^{-2(1+n)}\ a_{n-1,2} +$$
$$+ (P_{15}^{(1)} - P_{14}^{(1)} - P_{16}^{(1)} + P_{17}^{(1)})\ \varrho_2^{-2(1+n)}\Big\}. \qquad (1.10)$$

$$\bar{b}_{n+1} = P_{10}^{(n+1)}\ \bar{b}_n + P_{20}^{(n+1)}\ \bar{b}_{n-1} + P_{30}^{(n+1)}\ \bar{b}_{n-2} +$$
$$P_{50}^{(n+1)}\ a_{n+1} +$$
$$+ P_{60}^{(n+1)}\ a_n + P_{70}^{(n+1)}\ a_{n-1} + P_{80}^{(n+1)}\ a_{n-2} + P_{90}^{(n+1)}\ c_n +$$
$$+ P_{100}^{(n+1)}\ c_{n-1} + P_{110}^{(n+1)}\ c_{n-2} + L_{(n+1)}\Big\{P_{12}^{(1)}\ a_{n,1} - P_{13}^{(1)}\ a_{n-1,1} +$$
$$+ P_{14}^{(1)} - P_{15}^{(1)} + P_{16}^{(1)} - P_{17}^{(1)} - P_{12}^{(2)}\ a_{n,2} + P_{13}^{(2)}\ a_{n-1,2}\Big\}. \qquad (1.11)$$

В цих формулах покладено

$$P_1^{(j)} = \frac{\varrho_j^{-2n}}{(1+n)a\varrho_j^2}\Big\{n(2 + a^2\varrho_j^2) + \delta_j(3+\mu)\Big\},$$

$$P_2^{(j)} = \frac{\varrho_j^{2(1-n)}}{(1+n)\,a^2\varrho_j^4}\left\{(n-1)(1+2a^2\varrho_j^2)+\delta_j(3+\mu)\right\},$$

$$P_3^{(j)} = \frac{n-2}{a(1+n)}\varrho_j^{-2n}{}^{(j)}, \quad P_4 = \frac{n+2}{a}, \quad P_5^{(j)} = \frac{1}{a^2\varrho_j^2}$$

$$\left\{1-(1+3a^2\varrho^2{}_j)\;n-2a^2\varrho_j^2+\delta_j\;(1-\mu)\right\},$$

$$P_6^{(j)} = \frac{1}{(1+n)\,a\varrho_j^2}\left\{4a^2\varrho_j^2-1+3\,(n-1)\,(1+a^2\varrho_j^2)-\delta_j(1-\mu)2\right\}.$$

$$P_{13}^{(j)} = \frac{i}{2\,(1+n)\;A^\circ{}_j\,a^2\varrho_j^4}, \; P_7^{(j)} = \frac{n-1}{(1+n)\,\varrho^2{}_j}$$

$$\left\{\delta_j\,(1-\mu)-(1+4a^2\varrho_j^2)-(n-2)\;(3+a^2\varrho_j^2\right\},$$

$$P_{12}^{(j)} = \frac{i}{2\,(1+n)\,A_j{}^\circ a\varrho_j^2}, \; P_9{}^{(j)} = \frac{1}{(1+n)\,a\varrho_j^2}$$

$$\left\{n\,(2+a^2\varrho_j^2)-\delta_j(1-\mu)\right\}, \; P_{10}^{(j)} = \frac{1}{(1+n)\,a^2\varrho_j^4}$$

$$\left\{(n-1)\;(1+2a^2\varrho_j^2)-\delta_j\,(1-\mu)\right\},$$

$$P_8^{(j)} = \frac{(n-2)^2a}{(n+1)\;\varrho_j^2}, \; P_{14}^{(j)} = \frac{(B'+iC')\,[\delta_j(1-\mu)-1]}{(1+n)\;a^2\varrho_j^4}\,a^{n-2},$$

$$P_{11}^{(j)} = \frac{n-2}{(1+n)\,a\varrho_j^4}, \; P_{15}^{(j)} = \frac{(B'+iC')\,[\delta_j(1-\mu)-1]}{(1+n)\,a\varrho_j^2}\,a^{n-1}.$$

$$P_{16}^{(j)} = \frac{B'+iC'}{(1+n)\,a\varrho_j^2}\,a^{n-1}, \; P_{17}^{(1)} = \frac{B'+iC'}{n+1}\,a^n.$$

$$\delta_j = \frac{D}{A^\circ_j}, \; (j=1,\;2). \tag{1.12}$$

І крім того

$$P_2^{(n+1)} = P_2^{(1)}\,\varrho_2^{-2(1+n)} - P_2^{(2)}\,\varrho_1^{-2(1+n)}, \; P_{10}^{(n+1)} = P_{10}^{(1)}\,\varrho_2^{-2(1+n)} -$$

$$- P_{10}^{(2)}\,\varrho_1^{-2(1+n)}, \; P_{20}^{(1+n)} = L_{(n+1)}\;[P_2^{(2)} - P_2^{(1)}],$$

$$P_{100}^{(1+n)} = L_{(n+1)}\,[P_1^{(2)} - P_1^{(1)}], \; P_k^{(1+n)} = P_k^{(2)}\,\varrho_1^{-2(1+n)} -$$

$$- P_k^{(1)}\,\varrho_2^{-2(1+n)}, \; P_{ko}^{(1+n)} = L_{(n+1)}\,[P_k^{(1)} - P_k^{(2)}],$$

$$L_{(1+n)} = \frac{1}{\varrho_1^{-2(n+1)} - \varrho_2^{-2(n+1)}}. \tag{1.13}$$

$$(k = 1, 2, \ldots, 11), (n = 2, 3, 4 \ldots).$$

Аналогічно, замінивши доданки лівих частин (1.8), (1.9) відповідними рядами по від'ємних степенях ζ і зрівнюючи коефіцієнти при однакових степенях змінної, ми можемо визначити коефіцієнти a_{n+2}, d_{n+2} $(n \geqslant 1)$ функцій $P_1(\zeta)$, $Q_2(\zeta)$.

Дійсно, виконавши елементарні математичні дії, остаточно одержимо

$$d_{n+2} = N_{(n+2)} \left\{ R_1^{(n+2)} \bar{a}_{n+1} + R_2^{(n+2)} \bar{a}_n + R_3^{(n+2)} \bar{a}_{n-1} + \right.$$
$$+ R_4^{(n+2)} b_{n+2} + R_5^{(n+2)} b_{n+1} + R_6^{(n+2)} b_n + R_7^{(n+2)} b_{n-1} +$$
$$+ R_8^{(n+2)} b_{n-2} + R_9^{(n+2)} d_{n+1} + R_{10}^{(n+2)} d_n + R_{11}^{(n+2)} d_{n+1} +$$
$$\left. + R_{12}^{(n+2)} + R_{13}^{(n+2)} + R_{14}^{(n+2)} + R_{15}^{(n+2)} + R_{16}^{(n+2)} \right\}, \qquad (1.14)$$

$$\bar{a}_{n+2} = N_{(n+2)} \left\{ R_{10}^{(n+2)} \bar{a}_{n+1} + R_{20}^{(n+2)} \bar{a}_n + \right.$$
$$+ R_{30}^{(n+2)} \bar{a}_{n-1} + R_{40}^{(n+2)} b_{n+2} + R_{50}^{(n+2)} b_{n+1} +$$
$$+ R_{60}^{(n+2)} b_n + R_{70}^{(n+2)} b_{n-1} + R_{80}^{(n+2)} b_{n-2} + R_{90}^{(n+2)} d_{n+1} +$$
$$+ R_{100}^{(n+2)} d_n + R_{110}^{(n+2)} d_{n-1} + R_{120}^{(n+2)} + R_{13}^{(n+2)} + R_{14}^{(n+2)} +$$
$$\left. + R_{15}^{(n+2)} + R_{16}^{(n+2)} \right\}, \qquad (1.15),$$

де покладено

$$R_k^{(n+2)} = \left\{ R_k^{(1)} \varrho_2^{2n+4} - R_k^{(2)} \varrho_1^{2n+4} \right\}, \; R_{ko}^{(n+2)} =$$
$$= \left\{ R_k^{(2)} - R_k^{(1)} \right\}, \; R_{13}^{(n+2)} = - R_{13}^{(2)} \varrho_1^{2n+4}, \; R_{14}^{(n+2)} =$$
$$- R_{14}^{(2)} \varrho_1^{2n+4}, \; R_{15}^{(n+2)} = - R_{15}^{(2)} \varrho_1^{2n+4}, \; R_{16}^{(n+2)} = - R_{16}^{(2)} \varrho_1^{2n+4}$$

$$N_{(n+2)} = \frac{1}{\varrho_2^{2n+4} - \varrho_1^{2n+4}}, \; (n = 1, 2, 3, \ldots) \qquad (1.16)$$

при цьому

$$R_1^{(j)} = \frac{\varrho_j^{2(1+n)}}{a(2+n)} \left\{ (1+n)(1+2a^2\varrho_j^2) - \delta_j(3-\mu) \right\},$$

$$R_2^{(j)} = \frac{\varrho_j^{2(1+n)}}{n+2} \left\{ \delta_j (3+\mu) - n(2+a^2\varrho_j^2) \right\},$$

$$R_3^{(j)} = \frac{n-1}{n+2}\, a\varrho_j^{2(1+n)}, \quad R_5^{(j)} = -\frac{(n+1)\, a\varrho_j^2}{n+2}$$

$$\left\{5 + n(3 + a^2\varrho_j^2) + \delta(1-\mu)\right\}, \; R_4^{(j)} = (n+2)\, a^2\varrho_j^2,$$

$$R_6^{(j)} = \frac{n\varrho^2{}_j}{n+2}\left\{4 - a^2\varrho_j^2 + 3n(1 + a^2\varrho_j^2) + 2\delta_j(1-\mu)\right\},$$

$$R_7^{(j)} = -\frac{(n-1)\,\varrho_j^2}{a(n+2)}\left\{1 - 2a^2\varrho_j^2 + n(1 + 3a^2\varrho_j^2) + \delta_j(1-\mu)\right\},$$

$$R_{11}^{(j)} = \frac{n-1}{n+2}\, a\varrho_j^4, \; R_8^{(j)} = \frac{(n-1)(n-2)}{(n+2)}\,\varrho_j^4,$$

$$R_9^{(j)} = \frac{1}{a(n+2)}\left\{(n+1)(1 + 2a^2\varrho_j^2) + \delta_j(1-\mu)\right\},$$

$$R_{10}^{(j)} = -\frac{\varrho_j^2}{n+2}\left\{n(2 + a^2\varrho_j^2)1 - \delta_j(1-\mu)\right\},$$

$$R_{14}^{(j)} = \frac{B' + iC'}{(n+2)\, a^{n+2}}\, a^2\varrho_2{}^4,$$

$$R_{12}^{(j)} = \frac{i}{2A^\circ{}_2(n+2)\, a}\left\{a\varrho_j^2\beta_{n,\,j} - \beta_{n+1,\,j}\right\},$$

$$R_{15}^{(j)} = -\frac{(B' + iC')\,\varrho_2{}^2}{(n+2)\, a^{n+1}},$$

$$R_{13}^{(j)} = -\frac{B' + iC'}{(n+2)\, a^{n+3}}\left\{\delta_2(1-\mu) - 1\right\},$$

$$R_{16}^{(j)} = \frac{\varrho^2{}_2(B' + iC')}{(n+2)\, a^{n+2}}\left\{\delta_2(1-\mu) - 1\right\}.$$

$$(n \geqslant 2), \; (j = 1,2) \qquad (1.17)$$

Для визначення C_0 покладемо в рівності (1,6) $\zeta = 0$. Групуючи подібні члени, знаходимо:

$$c_o = \frac{A^\circ{}_2}{D(1-\mu)a}\left\{a^2\varrho^2{}_2\bar{a}_1 - a^2\bar{b}_1 + \left[1 - 2a^2\varrho_2{}^2 + \frac{D(1-\mu)}{A^o{}_2}\right]a_1 +\right.$$

$$+ (1 - a^2\varrho_2{}^2)^2\left[1 - a^2\varrho_2{}^2 + \frac{D(1-\mu)}{A^o{}_2}\right]P'_2(a\varrho_2{}^2) -$$

$$- a^4\varrho^2{}_2 b_1 + 2a\varrho_2{}^2 a_2 - a^2\varrho_2{}^2 c_1 + a^2\varrho_2 d_1 +$$

$$+\frac{ia}{2A^o_2}\alpha_{0,2}+(B'+iC')\left[\frac{D(1-\mu)}{A^o_2}-1\right]-$$

$$-2B^{(2)}\left[\frac{D(1+\mu)}{A^o_2}-1\right]+\frac{i}{2A^o_2}V'_{oz2}+\frac{ia}{2A^o_2}\bar{C}_{o2}\Big\}. \quad (1.18)$$

Шляхом порівнювання коефіцієнтів при нулевій і першій степенях ζ, із рівностей (1.6), (1.7), знаходимо

$$d_1=\frac{1}{\varrho_2^2-\varrho_1^2}\Big\{[\Gamma_1^{(1)}\varrho_2^2-\Gamma_1^{(2)}\varrho_1^2]a_1+\Gamma_7^{(1)}c_o+(\varrho_2^2-$$

$$-\varrho_1^2)\bar{b}_1+\Gamma_6^{(1)}\varrho_2^2-\Gamma_6^{(2)}\varrho_1^2\Big\}$$

$$a_2=\frac{a}{2(\varrho^2_2-\varrho_1^2)}\Big\{(\Gamma_1^{(2)}-\Gamma_1^{(1)})a_1-(\varrho_2^2-\varrho_1^2)\bar{a}_1+$$

$$+\Gamma_8^{(2)}c_o+a^2(\varrho_2^2-\varrho_1^2)b_1+(\varrho_2^2-\varrho_1^2)c_1+\Gamma_6^{(2)}-\Gamma_6^{(1)}\Big\}, \quad (1.20)$$

$$\bar{b}_2=\frac{(\varrho_1\varrho_2)^4}{\varrho_2^4-\varrho_1^4}\Big\{(T_1^{(1)}-T_1^{(2)})b_1+(T_2^{(1)}-T_2^{(2)})\bar{b}_1+$$

$$+(T_3^{(1)}-T_3^{(2)})a_2+(T_4^{(1)}-T_4^{(2)})a_1+T_9^{(1)}+(T_6^{(1)}-T_6^{(2)})d_1+$$

$$+(T_7^{(1)}-T_7^{(2)})c_1+(T_8^{(1)}-T_8^{(2)})\bar{a}_1+T_{10}c_o-T_9^{(2)}\Big\}$$

$$c_2=\frac{1}{\varrho_2^4-\varrho_1^4}\Big\{(\varrho_2^4T_1^{(2)}-\varrho_1^4T_1^{(1)})b_1+(\varrho_2^4T_2^{(2)}-\varrho_1^4T_2^{(1)})\bar{b}_1+$$

$$+(\varrho_2^4T_3^{(2)}-\varrho_1^4T_3^{(1)})a_2+(\varrho_2^4T_4^{(2)}-\varrho_1^4T_4^{(1)})a_1+(\varrho_2^4T_5^{(2)}-$$

$$-\varrho_1^4T_5^{(1)})a_3+(\varrho_2^4T_6^{(2)}-\varrho_1^4T_6^{(1)})d_1+(\varrho_2^4T_7^{(2)}-\varrho_1^4T_7^{(1)})c_1+$$

$$+(\varrho_2^4T_8^{(2)}-\varrho_1^4T_8^{(1)})\bar{a}_1+T_{11}c_o+\varrho_2^4T_9^{(2)}+\varrho_1^4T_9^{(1)}\Big\}, \quad (1.22)$$

де покладено

$$\Gamma_1^{(j)}=-\frac{1}{a^2}\Big\{1-2a^2\varrho_j^2+\delta_j(1-\mu)\Big\},\quad \Gamma_8^{(2)}=\frac{D(1-\mu)}{a}$$

$$\Big\{\frac{1}{A^o_2}-\frac{1}{A^o_1}\Big\},\ \Gamma_6^{(2)}=-\frac{(1-a^2\varrho_j^2)^2P'_2(a\varrho_2^2)}{a^2}$$

$$\Big\{1-a^2\varrho^2_2+\delta_2(1-\mu)\Big\}-\frac{i}{2A_2{}^\circ a}\Big\{\alpha_{0,2}+\bar{C}_{02}+$$

$$+\frac{V^1{}_{0z2}}{a}\Big\}-\frac{B'+iC'}{a^2}\Big\{\delta_2(1-\mu)-1\Big\}+\frac{2B^{(2)}}{a^2}$$

$$\Big\{\delta_2(1-\mu)-1\Big\},\ \Gamma_7^{(1)}=\frac{D(1-\mu)}{a}\Big\{\frac{\varrho_2{}^2}{A_1{}^0}-\frac{\varrho_1{}^2}{A_2{}^0}\Big\},\qquad(1.23)$$

$$\Gamma_6^{(1)}=\frac{(1-a\varrho_1{}^2)^2P'_1(a\varrho_1{}^2)}{a^2}\Big\{1-a^2\varrho_1{}^2+\delta_1(1-\mu)\Big\}-$$

$$-\frac{i}{2A^o{}_1a}\Big\{a_{0,1}+\bar{C}_{01}\Big\}-2\varrho_1{}^2B^{(2)}+(B'+iC')\varrho_1{}^2,$$

і крім того

$$T_1^{(j)}=\frac{a}{2\varrho_j{}^2},\ T_2^{(j)}=\frac{1}{2a\varrho_j{}^4}\Big\{2+a^2\varrho_j{}^2+\delta_j(3+\mu)\Big\},$$

$$T_3^{(j)}=-\frac{1}{a^2\varrho_j{}^2}\Big\{5a^2\varrho_j{}^2-\delta_j(1-\mu)\Big\},$$

$$T_4^{(j)}=-\frac{1}{2a\varrho_j{}^2}\Big\{1-4a^2\varrho_j{}^2+2\delta_j(1-\mu)\Big\},$$

$$T_5^{(j)}=C\frac{3}{a},\ T^{(j)}{}_6=-\frac{1}{2a\varrho_j{}^4},$$

$$T_7^{(j)}=\frac{1}{2a\varrho_j{}^2}\Big\{2+a^2\varrho_j{}^2-\delta_j(1-\mu)\Big\},$$

$$T_9^{(1)}=\frac{i}{4A^o{}_1a^2\varrho_1{}^4}\Big\{a\varrho_1{}^2a_{1,1}-a_{0,1}-\bar{C}_{01}\Big\},$$

$$-\frac{B'+iC'}{2a\varrho^2{}_1}\Big\{\delta_1(1-\mu)-1\Big\}+\frac{B'+iC'}{2a\varrho^2{}_2}\Big\{1-a^2\varrho^2{}_1\Big\}-$$

$$-\frac{B^{(2)}}{a\varrho_1{}^2},\quad T_8^{(j)}=-\frac{1}{2a\varrho_j{}^2},$$

$$T_9^{(2)}=\frac{i}{4a^2\varrho_2{}^4A^o{}_2}\Big\{a\varrho_2{}^2a_{1,2}-a_{0,2}-\bar{C}_{02}\Big\}-$$

$$-\frac{B'+iC'}{2a^3\varrho_2{}^4}\Big\{\delta_2(1-\mu)-1\Big\}-\frac{B^{(2)}}{a\varrho_2{}^2},$$

$$T_{10}=\frac{D(1-\mu)}{2a^2}\Big\{\frac{1}{A^o{}_2\varrho_2{}^4}-\frac{1}{A^o{}_1\varrho^4{}_1}\Big\}.$$

$$T_{11}=\frac{D(1-\mu)}{2a^2}\Big\{\frac{1}{A^o{}_2}-\frac{1}{A^o{}_1}\Big\},\ (j=1,2).\qquad(1.24)$$

На основі співвідношень (1.18), (1.19), (1.20) та (1.21) бачимо, що коефіцієнти b_2, $\bar{a}_2$, d_1, C_0 виражаються через a_1, b_1, $P'_j\ (a\varrho_j^2)$, V'_{ozj}, $\overline{C}_{oj}$ $(j = 1, 2)$ та їм спряжені величини.

Враховуючи це і зрівнюючи вільні члени лівих і правих частин співвідношень (1.8), (1.9) — одержимо ще два рівняння для визначення $\bar{c}_1$, d_2, а саме:

$$H_1^{(2)}\bar{c}_1 + H_2^{(2)} d_2 = \Phi^{(2)}$$

$$H_1^{(1)}\bar{c}_1 + H_2^{(1)} d_2 = \Phi^{(1)}. \qquad (1.25)$$

де $H_1^{(j)}$, $H_2^{(j)}$ — відомі числа, а $\Phi^{(j)}$ $(j = 1, 2)$ лінійно залежить від a_1, b_1, $\bar{a}_1$, $\bar{b}_1$, $P'_j\ (a\varrho_j^2)$, $\overline{P}'_j\ (a\varrho_j^2)$, V'_{ozj}, $\bar{c}_{oj}$, c_{oj} $(j = 1, 2)$.

Таким чином, на основі вище викладеного всі коефіцієнти c_k, d_k, a_{k+1}, b_{k+1} $(k \geqslant 1)$ виражаються через a_1, b_1, $\bar{a}_1$, $\bar{b}_1$ та $P'_j\ (a\varrho_j^2)$, $\overline{P}'_j\ (a\varrho_j^2)$, V'_{ozj}, $\overline{C}_{oj}$, C_{oj} $(j = 1, 2)$.

Нехай для заданої степені точності підрахунків досить залишити l коефіцієнтів функції $P_1(\zeta)$ та m коефіцієнтів функції $P_2(\zeta)$. В цьому випадку постійні $P'_1(a\varrho_1^2)$, $P'_2(a\varrho_2^2)$ приймуть слідуючі значення

$$P'_1(a\varrho_1^2) = \sum_1^l k a_k (a\varrho_1^2)^{k-1}, \quad P'_2(a\varrho_2^2) = -$$

$$- \sum_1^m k b_k (a\varrho_2^2)^{k-1}. \qquad (1.26)$$

Підставимо в праві частини (1.26) і їм спряжених виразів замість a_k, b_k, $\bar{a}_k$, $\bar{b}_k$ $(k \geqslant 2)$ їх значення через a_1, b_1, $\bar{a}_1$, $\bar{b}_1$ $P'_j\ (a\varrho_j^2)$, $\overline{P}'_j\ (a\varrho_j^2)$, V'_{ozj}, $\overline{C}_{oj}$, C_{oj} $(j = 1, 2)$.

Розв'язавши одержану систему відносно $P'_j(a\varrho_j^2)$, $\overline{P}'_j(a\varrho_j^2$, $(j = 1, 2)$, ми виразимо ці постійні через a_1, b_1, $\bar{a}_1$, $\bar{b}_1$, V'_{ozj}, $\overline{C}_{oj}$, C_{oj} $(j = 1, 2)$.

Далі, так як при заданій степені точності

$$a_{l+1} = \bar{a}_{l+1} = b_{m+1} = \bar{b}_{m+1} = 0, \qquad (1.27)$$

то, замінюючи ліві частини цих рівнянь їх значення через a_1, $\bar{a}_1$, b_1, $\bar{b}_1$, V'_{ozj}, C_{oj}, $\overline{C}_{oj}$ $(j = 1, 2)$, ми одержимо ще 4 рівняння для визначення a_1, b_1, $\bar{a}_1$ та $\bar{b}_1$ через V'_{ozj}, C_{oj}, $\overline{C}_{oj}$ $(j = 1,2)$.

Постійні V'_{ozj}, C_{oj} $(j = 1,2)$, як показано в роботі [3], визначаються з умов однозначності кутів повороту осей підкріплюючих кілець та однозначності прогинів пластинки.

Отже, всі коефіцієнти функцій $P_1(\zeta), P_2(\zeta), Q_1(\zeta)$ і $Q_2(\zeta)$ нами визначені, чим і вичерпано рішення поставленої задачі[1].

Як приклад, розглянемо випадок, коли підкріплюючі кільця вільні від навантаження, а напружений стан на безмежності задано у вигляді $M_{x(\infty)} = M_{y(\infty)} = M$. Як пластинка, так і підкріплюючі її кільця — мідні з $E = 1{,}1 \cdot 10^6 кГ/см^2, \mu = 0{,}33$.

Нехай радіуси r_1, r_2 ослаблюючих отворів та розміри обох кілець — однакові. Далі, з рівності між собою жорсткостей на згин та кручення для підкріплюючих кілець, випливає співвідношення $b = 1{,}86\,h$, де b — ширина кільця, а h — його висота. Приймаючи, що пластинка має товщину $h = 1$ *см*, покладемо $h = 1{,}1\,h_1$. З метою з'ясування залежності концентрації напружень від віддалі[2] l_1, покладемо $r_1 = 20$ *см*.

Підрахунки показують, що при прийнятій нами системі навантажень, розрахунковим є момент M_Θ, а найнебезпечнішою є точка x^3_1.

Як видно з таблиці 1, в якій подано значення M_Θ в точках x_1, x_2, зі збільшенням l_1 концентрація зменшується і при $l_1 \geqslant 6\,r_1$ не відрізняється від її значення у випадку наявності в пластинці лише одного отвору.

Таблиця 1

$\frac{M_\Theta}{M}$ \ $\frac{l_1}{r_1}$	1	2	4	6	∞
$\left(\frac{M_\Theta}{M}\right)_{x_1}$	$\frac{2{,}53}{2{,}89}$	$\frac{2{,}15}{2{,}47}$	$\frac{1{,}87}{2{,}16}$	$\frac{1{,}79}{2{,}06}$	$\frac{1{,}76}{2{,}00}$
$\left(\frac{M_\Theta}{M}\right)_{x_2}$	$\frac{1{,}94}{2{,}24}$	$\frac{1{,}86}{2{,}17}$	$\frac{1{,}79}{2{,}08}$	$\frac{1{,}77}{2{,}04}$	$\frac{1{,}76}{2{,}00}$

Знаменники дробів в таблиці 1 відповідають випадку абсолютно гнучких кілець і взяті нами із роботи [4].

---

[1] З метою полегшення підрахунків при розв'язуванні конкретних задач доцільно функції $Q_1(\zeta)$ та $Q_2(\zeta)$ явно виразити через функції $P_1(\zeta)$, $P_2(\zeta)$. Це легко зробити, використовуючи рівності (1.6), (1.7), (1.8), (1.9).

[2] Під l_1 розуміємо найкоротшу віддаль між ослаблюючими пластинку отворами.

[3] Вважаємо, що x_1, x_2, є точки перетину центральної прямої з колом ослаблюючого отвору, причому x_1 розміщена ближче до другого кола ніж x_2.

Таблиця 2

$\frac{M_\theta}{M}$ \ $\frac{l_1}{r_1}$	1	2	4
$\left(\frac{M_\theta}{M}\right)_{x_1}$	6,28	5,43	4,83
$\left(\frac{M_\theta}{M}\right)_{x_2}$	4,83	4,75	4,67

Значення M_θ в найбільш небезпечних точках підкріплюючих кілець приведені в таблиці 2.

ЛІТЕРАТУРА

1. М. П. Шереметьев. Изгиб анизотропных и изотропных плит, ослабленных отверстием, край которого подкреплен тонким кольцом, ДАН УССР, № 6, 1950.
2. М. П. Шереметьев. Упругое равновесие эллиптического кольца. ПММ, т. XVII, вып. I, 1953.
3. М. П. Шереметьев. Пластинка, край которой подкреплен тонким упругим кольцом постоянного сечения. ДАН УССР, № 1, 1952.
4. Н. И. Калыняк. Изгиб изотропных плит с дьумя равными круговыми отверстиями.

Научные записки (Львовский политехнический институт), вып. 30, серия физико-математических наук, № 1, 1955.

Статті цього розділу надійшли до видавництва у червні 1956 р.

Доповіді та повідомлення
Львівського державного університету імені Ів. Франка
Випуск VII, частина III 1957

ЗМІСТ

ГЕОГРАФІЯ

Стор

К. И. Геренчук. К вопросу о морфологии и структуре географического ландшафта 3
П. Н. Цысь. О типологических ландшафтных единицах западных областей Украинской ССР 6
Г. П. Миллер. Опыт анализа морфологической структуры ландшафта Хустско-Солотьинской котловины в Закарпатье . . 10
П. Н. Цысь. О методике изучения природных условий и ландшафтного картирования территории колхозов 13
П. С. Курилов. Основные черты гидрологического режима рек Украинских Карпат 15
Л. В. Скварчевская. О деятельности рек и временных горных потоков в Советских Карпатах летом 1955 года 17
П. С. Курилов. Некоторые наблюдения над снежным покровом в Карпатах зимой 1955—1956 года 18
И. И. Сваричевский. Основные черты специализации сельскохозяйственных районов Дрогобычской области 20
Ф. Д. Заставний. Львівсько-Волинський басейн і перспективи розвитку хімічної промисловості у західних областях УРСР 23
Р. О. Сливка, М. М. Гриценко, С. І. Штогрин. Геоморфологія і проблеми меліорації Дніпровсько-Прип'ятського межиріччя 27
Ф. С. Бучило. Опыт типологической классификации ландшафтов Средне-Сибирского лесостепья 30

БІОЛОГІЯ

І. В. Боговик. Аналіз флори іржастих грибів західних областей УРСР 36
І. В. Боговик. Гельмінтоспоріоз кукурудзи в західних областях УРСР 39
Є. І. Шишова. Про взаємовідносини сосни і дуба в деяких типах складних борів 42
О. А. Щербина. Про використання декоративних дерев і кущів для озеленення шляхів 46
О. А. Щербина. Парк у Журавно 47
М. А. Бухало. Макрофіти деяких озер Шацької групи на Волині 49
І. В. Бережной. Про схожість насіння рослин з чагарничкових угрупувань карпатських полонин 53

Стор.

А. С. Паламарчук. Мінливість вегетативних і генеративних органів лучної конюшини другого року життя 59
А. С. Паламарчук. Особливості росту конюшини другого року життя 66
И. А. Медяник, Я. В. Олейник. Роль SH—групп в возникновении парабиоза корковых клеток 72
И. А. Медяник. Участие SH — групп белковых тел в передаче условнорефлекторных влияний на деятельность печени . . 79
І. А. Медяник, А. К. Старостюк. До питання про нервову регуляцію синтезу сечовини у тварин різного віку 81
І. А. Медяник. Екскреторна функція печінки в онтогенезі . 88
Т. К. Павленко. К вопросу о причине замедленного свертывания крови при анафилактическом шоке 93
Т. К. Павленко, Е. Л. Нейгауз, Е. А. Гостева. Изменение функции почек при действии пирамидона, глюкозы и хлористого натрия на слизистую носоглотки 98
Б. Ф. Демкив. Возрастная чувствительность животных к кислородной недостаточности 100
Л. М. Черкащенко. Дія деяких іонів тяжких металів на умовні оборонні рефлекси 102
К. П. Мальчевская. О питании и пищевых взаимоотношениях рыб озера Большое Домашнее Волынской области . . . 103
К. П. Мальчевская. О плодовитости и характере размножения ерша из озер западноукраинского Полесья 106
К. П. Мальчевская. К вопросу улучшения качественного состава рыб озера Песочное 108
М. О. Палій. Паразитофауна промислових видів риб Західного Бугу в районі м. Сокаль 111
П. Д. Резвой. На Бирючем острове 122
М. С. Дудкина. Влияние годичного спуска нагульного пруда в г. Иван Франко, Львовской области, на личиночные биотопы и численность комаров *Anopheles* 125
Л. М. Мельник. Планктон озер Люцемер і Чорне, Шацької групи 128
С. О. Гребінський, А. А. Єрмакова, Є. А. Рубанюк, І. С. Богданович. Вплив удобрення з застосуванням мікроелементів на врожай ранніх парникових овочів і вміст в них вітаміну С 133

ГЕОЛОГІЯ

Д. П. Бобровник. Гранаты мигматита окрестностей г. Винницы и гранато-биотитового гнейса с. Тальное 139
Л. Н. Кудрин. Полезные ископаемые Львовской области . . 144
Л. Н. Кудрин. О сопоставлении миоценовых отложений Предкарпатья и Центрального Предкавказья 148
В. А. Горецкий. Об одном ископаемом моллюске, найденном среди современной черноморской фауны 151
В. А. Горецкий. О находке *Schizaster sardiniensis* Gotteau в тортонских отложениях Солотвинской впадины (Закарпатье) . . 153
В. Г. Шеремета. К вопросу о стратиграфическом положении угленосной толщи с. Березинки, Закарпатской области УССР . . 154
В. С. Буров. О распространении туфов в сарматских отложениях Закарпатья 156
В. Ф. Лесняк. Железорудные проявления западных областей УССР и перспективы их промышленного использования 157
Б. Т. Голев. О находках нуммулитов в попельских отложениях Северной Буковины 162
О. М. Анастасьева. О находке остатков первобытного зубра *Bison priscus* Boj в долине нижнего Днепра 164

Стор.

Б. В. Мерлич. Об использовании бурого шламма пород Львовско-Волынского бассейна для приготовления промывочных растворов 167
Г. А. Гонсовская-Голева. Об основных типах подземных вод юго-западной окраины Русской платформы 172
Л. Н. Кудрин. О термальных минеральных водах Новоселовского района степного Крыма 178

ХІМІЯ

Є. Є. Черкашин, Є. І. Гладишевський, П. І. Крип'якевич. Сполуки перехідних металів з берилієм, кремнієм, германієм і оловом 180
П. І. Крип'якевич і Є. І. Гладишевський. Рентгеноструктурне дослідження сплавів С — Ве з високим вмістом берилію 183
Р. Н. Головатый. О прочности связи ионов с функциональной группой ионита 187
Е. И. Гладышевский. Взаимная растворимость электронных соединений в сплавах серебра с кадмием и цинком . . . 190
А. И. Юрженко и В. Д. Енальев. К вопросу о взаимодействии органических гидроперекисей с солями закисного железа 195
Р. В. Кучер. Вплив природи розчинюваної рідини на колоїдну розчинність в розчинах некалю 197
В. Д. Енальев, Р. В. Кучер, А. И. Юрженко. К вопросу о влиянии распределения гидроперекисей между фазами на скорость некоторых реакций в эмульсиях 201
А. И. Юрженко, И. И. Малеев. Изучение адсорбции высокополимеров на саже 204
Т. С. Юрженко. Исследование скорости эмульсионной полимеризации стирола при различном содержании мономера в исходной эмульсии 206
В. К. Золотухин. О салицилатных соединениях бериллия . 209
О. И. Комлєв. Взаємодія солей марганцю з сегнетовою сіллю 214
З. Г. Галанець. Полярографічне дослідження саліцилатних комплексів міді 217
Т. М. Полонский и Э. М. Комова. Влияние температуры на структурообразование в гелях $Fe(OH)_3$ и $Al(OH)_3$ 218

АСТРОНОМІЯ ТА ФІЗИКА

М. С. Эйгенсон. О вероятной солнечной причине крупной аномалии общей циркуляции тропосферы Северного полушария зимой и весной 1956 г. 222
М. С. Эйгенсон. О причинах высокой солнечной активности в 1955—1956 гг. 224
С. А. Каплан, Б. І. Колодій. Функціональні рівняння магнітної гідродинаміки 229
С. А. Каплан, А. Н. Кравчук. До статистичної теорії гравітуючих систем 230
Р. П. Гайда і О. К. Міндюк. Випромінювання фотонів при зіткненні скалярних частинок 232
Р. П. Гайда. До питання про хвильову функцію частинки спіну О 234
В. Б. Кобилянський, М. Т. Сеньків. Радіаційне розсіяння електронів 237
Б. М. Палюх. Про перезарядку $Ar^+ \rightarrow ArKr^+ \rightarrow Kr$ і $Xe^+ \rightarrow Xe$ 239
Д. И. Арцимович. О некоторых спектральных закономерностях тыловых меднозакисных фотоэлементов 241

Стор.

Д. И. Арцимович. О некоторых инерционных свойствах тыловых меднозакисных фотоэлементов 243

Д. И. Арцимович. Об инерционных свойствах тыловых меднозакисных фотоэлементов, изготовленных при пониженном давлении окислительной среды 245

О. С. Пізіо. Фазові співвідношення в електромеханічних перетворювачах 248

В. В. Порфирьев. О поле лучистого давления в планетарной туманности, расширяющейся с градиентом скоростей 251

В. В. Порфирьев. К вопросу о лучистом равновесии планетарных туманностей 253

МЕХАНІКА ТА МАТЕМАТИКА

И. Н. Песин. Об одном определении квазиконформного отображения 257

С. А. Грач. Изгиб круглой кольцевой плиты, края которой подкреплены тонкими упругими кольцевыми ребрами жесткости . . 259

Г. Н. Гестрин. Одна теорема о единственности тригонометрического ряда 264

Д. В. Грилицький. Про кручення анізотропних валів змінного перерізу 268

В. Я. Скоробогатько. Аналог метода приближенного интегрирования акад. С. А. Чаплыгина для эллиптического уравнения 273

А. Н. Костовский. Геометрические построения одним циркулем (с условием, что все окружности проходят через одну и ту же точку) 277

А. Л. Гаркави. О квазианалитических (B) функциях . . 281

Л. М. Зорій. Достатні умови стійкості в цілому для нелінійних систем диференціальних рівнянь 284

М. П. Шереметьев и Д. Г. Хлебников. Упругое равновесие полуплоскости с подкрепленным краем 286

Н. П. Флейшман. Замечания к одной статье М. П. Шереметьева 292

В. І. Тульчій. Згин безмежної пластинки, ослабленої двома круговими отворами, границі яких підкріплені тонкими кільцями . 296

Редактор І. С. Квітко

Техредактор Т. В. Саранюк.

Коректори С. Я. Михайленко, С. М. Ротенберг.

Львовский государственный университет имени Ивана Франко. Доклады и сообщения, выпуск VII, часть III.

БГ 05500. Здано до набору 27/IX 1956 р. Підписано до друку 16/VII 1957 р. Формат 60 x 92¹/₁₆. Папер. арк. 9,75. Друков. арк. 19,5. Обліково-видавн. арк. 16,5. Тираж 500. Ціна 8 крб. 25 коп. Зам. 817.

Друкарня Львівського державного університету. Львів, Університетська, 1.

Ціна 8 крб. 25 коп.