

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

П-167/2

ИЗВЕСТИЯ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК
СССР

10

НОВОСИБИРСК

1961

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| Сибирское отделение АН СССР накануне XXII съезда КПСС | 3 |
| <i>ЭКОНОМИКА</i> | |
| В. Г. Фомин. О развитии экономических исследований в Сибирском отделении АН СССР | 10 |
| В. А. Кротов. Сдвиги в размещении производительных сил Восточной Сибири | 20 |
| <i>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ</i> | |
| К. Н. Коржавин. Воздействие льда на инженерные сооружения в условиях Сибири | 31 |
| А. К. Дюнин. Общие дифференциальные уравнения двухфазных потоков | 43 |
| З. Г. Каганов. Емкостные связи в электрических машинах с двухрядными обмотками | 49 |
| П. А. Бородовский. Стробофотонный генератор дециметровых волн | 58 |
| <i>ХИМИЯ</i> | |
| С. С. Бацанов, Л. И. Абаулина. Взаимодействие галогенидов ртути с халькогенами. Сообщение II | 67 |
| А. В. Николаев, А. А. Сорокина, Г. И. Голубь. Некоторые химические вопросы растворения почечных камней | 74 |
| Б. В. Птицын, Л. Н. Шеронин. О комплексном оксалате циркония | 80 |
| Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, Э. Ф. Коуба. Экстракция платиновых металлов аминами | 84 |
| И. Л. Котляревский, Т. И. Ермолова. Синтез ацетатов ацетиленовых γ -кетоспиртов | 92 |
| <i>БИОЛОГИЯ</i> | |
| Н. С. Водопьянова. пойменные луга среднего течения р. Бирюсы | 97 |
| Г. И. Поповская. Фитопланктон Селенгинского мелководья и прилегающих участков открытого Байкала | 110 |
| А. Н. Мосолов. Взаимодействие клеток культуры ткани с вирусами, выделенными от больных ревматизмом. Сообщение I | 130 |
| И. Н. Рынкс. Распределение аммиака в почве и влияние его на рост растений | 137 |
| <i>КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ</i> | |
| В. П. Мамаев, В. Ф. Седова. Получение 3-(фтальмидометил)индола по реакции Э. Фишера | 142 |
| Л. И. Корень. Некоторые данные предварительного термографического исследования андезитобазальта | 145 |
| А. Д. Соболева. Особенности реакций соединительной ткани легких в условиях различной патологии | 148 |
| <i>ХРОНИКА</i> | |
| И. К. Клопотов. Координационное совещание по химическим наукам | 150 |
| А. Н. Барковский. Научное совещание по удоканской проблеме | 151 |
| И. И. Брехман. Конференция по фармакологии и лекарственному применению элеутерококка колючего | 153 |

ИЗВЕСТИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

10

ИЗДАТЕЛЬСТВО
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК СССР
1961

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ АКАДЕМИИ НАУК СССР
НАКАНУНЕ XXII СЪЕЗДА КПСС

В решениях XX съезда Коммунистической партии Советского Союза особое внимание уделено развитию производительных сил Сибири и Дальнего Востока.

«В восточных районах — докладывал съезду Н. С. Хрущев, — сосредоточено до 75 процентов всех имеющихся в СССР запасов угля и до 80 процентов гидроэнергии, четыре пятых лесных богатств, основные запасы цветных и редких металлов, огромные ресурсы химического сырья, железных руд и строительных материалов»¹.

«Надо энергичнее, — говорил Н. С. Хрущев, — вводить в действие огромные природные промышленные ресурсы на Востоке и обеспечить наиболее эффективное их использование в интересах дальнейшего развития производительных сил страны»².

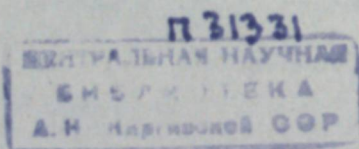
Бурное развитие производительных сил Сибири и Дальнего Востока потребовало развития и научных исследований. В послевоенный период Академия наук СССР организовала в Сибири и на Дальнем Востоке свои филиалы в городах Новосибирске, Иркутске, Якутске, во Владивостоке и на Сахалине; кроме того, был создан институт физики в Красноярске. При помощи этих учреждений удалось направить усилия местных научных кадров преимущественно на решение проблем развития производительных сил. Однако из-за недостатка квалифицированных кадров и отсутствия материальных предпосылок для постановки фундаментальных научных исследований в Сибири и на Дальнем Востоке не получили должного развития такие современные науки, как математика, физика, химия.

Вдохновленные решениями XX съезда, передовые ученые нашей страны во главе с академиком М. А. Лаврентьевым поставили вопрос о необходимости создания в Сибири крупного научного центра и изъявили желание вместе с коллективами ученых, возглавляемыми ими, переехать на постоянную работу в Сибирь.

В мае 1957 г. Совет Министров СССР в целях усиления научных исследований в области физико-технических, естественных и экономических наук и быстреего развития производительных сил Сибири и Дальнего Востока вынес постановление о создании Сибирского отделения Академии наук СССР и строительстве для него вблизи г. Новосибирска научного городка. В этом постановлении давалось поручение президиуму Академии наук СССР рассмотреть вопрос о создании новых научных учреждений Сибирского отделения, о развитии существующих и о включении в состав Сибирского отделения научных учреждений За-

¹ Н. С. Хрущев, Отчетный доклад ЦК КПСС XX съезду партии. XX съезд Коммунистической партии Советского Союза, стенографический отчет, Госполитиздат, М., 1956, стр. 52.

² Там же, стр. 53.



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

д-р хим. наук В. Т. Быков, член-корр. Т. Ф. Горбачев (зам. главного редактора), д-р с.-х. наук В. Б. Енкен, д-р физ.-мат. наук Л. В. Киренский, д-р техн. наук К. Н. Коржавин, проф. В. А. Крогов, д-р биол. наук Г. В. Крылов, член-корр. А. В. Николаев, член-корр. И. И. Новиков, член-корр. Г. А. Пруденский, акад. С. Л. Соболев (главный редактор), д-р биол. наук К. А. Соболевская.

Адрес редакции: г. Новосибирск, ул. Советская, 20, комн. 401.

падно-Сибирского, Восточно-Сибирского, Якутского и Дальневосточного филиалов, а также Сахалинского комплексного научно-исследовательского института и Института физики в г. Красноярске.

Постановлением определено, что основной задачей Сибирского отделения Академии наук СССР является всемерное развитие теоретических и экспериментальных исследований в области физико-технических, естественных и экономических наук, направленное на решение важнейших научных проблем и проблем, способствующих наиболее успешному развитию производительных сил Сибири и Дальнего Востока.

В течение года, с мая 1957 г. по май 1958 г., специально созданный организационный комитет провел большую подготовительную работу по выбору места строительства Академгородка вблизи Новосибирска, по определению необходимого объема строительных работ, обоснованию сети научных учреждений Сибирского отделения АН СССР и задач этих научных учреждений, по подготовке к выборам новых членов Академии для работы в Сибирском отделении. В мае 1958 г. было создано первое общее собрание Сибирского отделения, определившее основные направления его научной деятельности.

Создание Сибирского отделения Академии наук СССР явилось блестящим воплощением заботы Партии и Правительства о развитии науки в Сибири и на Дальнем Востоке и приближении научных учреждений к районам бурного освоения производительных сил.

За короткий срок своей деятельности Сибирское отделение не только развернуло большую сеть научных учреждений в г. Новосибирске, но и значительно расширило объемы научно-исследовательской работы в филиалах в Иркутске, Якутске, Владивостоке, в Сахалинском комплексном институте, в Красноярском институте физики. В Красноярске был создан Институт леса и древесины, в городах Улан-Удэ и Чите возникли новые комплексные научно-исследовательские институты, на Камчатке создана комплексная научно-исследовательская экспедиция. Если в 1956 г., до создания Сибирского отделения, в Сибири и на Дальнем Востоке было всего 9 научных учреждений Академии наук СССР, то в настоящее время только в сети Сибирского отделения организовано 40 научных учреждений.

Рост ассигнований по госбюджету на научно-исследовательские работы, а также капиталовложений на строительство институтов, жилых и культурно-бытовых объектов по Сибирскому отделению характеризуется следующими цифрами (в млн. руб. в новом масштабе цен).

| | 1957 | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 |
|---|------|------|------|------|------|
| Ассигнования по госбюджету | | | | | |
| Всего | 6,6 | 11,4 | 20,0 | 28,9 | 35,9 |
| В том числе по научным учреждениям вне Новосибирска | 4,8 | 5,9 | 9,7 | 12,8 | 15,8 |
| Капиталовложения | | | | | |
| Всего | 3,1 | 20,6 | 32,1 | 46,4 | 48,7 |
| В том числе по научным учреждениям вне Новосибирска | 1,6 | 2,7 | 3,4 | 4,9 | 6,7 |

Главное же, что удалось сделать,— это привлечь кадры высококвалифицированных специалистов из Москвы, Ленинграда и некоторых других городов Европейской части СССР, усилить руководство научными учреждениями, развить общетеоретические научные исследования по таким ведущим в наше время наукам, как математика, физика, химия, т. е. по тем научным направлениям, которые или совсем не были представлены, или были слабо развиты в научных учреждениях Сибири и Дальнего Востока.

В составе Сибирского отделения сейчас постоянно работают 11 академиков и 35 членов-корреспондентов. Члены Академии наук СССР возглавляют большинство научных учреждений Сибирского отделения, филиалы отделения в Иркутске, Якутске, Владивостоке, комплексные научные учреждения на Сахалине и Камчатке. Количество докторов наук возросло с 32 до 128, а кандидатов наук — с 280 до 740.

Важно отметить, что среди научных работников учреждений Сибирского отделения более 60% молодежи в возрасте до 30 лет.

Сосредоточение крупных научных сил в городах Сибири и Дальнего Востока создало благоприятную обстановку для роста и подготовки высококвалифицированных научных кадров. За последние месяцы в Объединенных ученых советах Сибирского отделения успешно защитили докторские диссертации 16 и кандидатские 55 научных работников.

В Новосибирске создан Государственный университет, базой обучения которого является все 20 научных институтов города. На факультетах университета уже обучается около 500 студентов — будущих научных работников Сибири и Дальнего Востока. Усиливается подготовка научных кадров и в других университетах Сибири и Дальнего Востока — Томском, Иркутском, Якутском, Владивостокском.

Физико-математические и технические научные учреждения представлены институтами математики с вычислительным центром, физики, гидродинамики, теоретической и прикладной механики, радиофизики и электроники, теплофизики, автоматики и электрометрии, горного дела, транспортно-энергетическим в Новосибирске; Красноярским институтом физики, Иркутским энергетическим институтом, физическими и техническими лабораториями Якутского и Дальневосточного филиалов, Сахалинского и Бурятского комплексных институтов.

Химические науки представлены институтами неорганической химии, органической химии, катализа, химической кинетики и горения в Новосибирске, институтами органической химии и химии топлив в Иркутске, химическими подразделениями филиалов в Якутске, Владивостоке, в Сахалинском и Бурятском комплексных институтах.

Биологические науки представлены институтами цитологии и генетики, экспериментальной биологии и медицины, Биологическим институтом и Центральным Сибирским ботаническим садом в Новосибирске, Иркутским Биологическим институтом, Красноярским Институтом леса и древесины, Якутским Биологическим институтом, биологическими научными подразделениями в Дальневосточном филиале, Сахалинском и Бурятском комплексных институтах.

Геологические, геофизические и географические науки представлены 9 институтами: Институтом геологии и геофизики в Новосибирске, институтами геологии, геохимии, лимнологии, географии, земного магнетизма и ионосферы в Иркутске, Институтом геологии и мерзлотоведения в Якутске, Дальневосточным геологическим институтом во Владивостоке. Работы по этим направлениям ведутся также в комплексных учреждениях Сахалина, Петропавловска-на-Камчатке, Магадана, Читы, Улан-Удэ.

Общественные науки представлены Институтом экономики в Новосибирске, а также отделами истории, языка, литературы и экономики в Якутском и Дальневосточном филиалах, в Бурятском и Северо-Восточном комплексных институтах.

Развитием деятельности научных учреждений Сибирского отделения подготовлена благоприятная обстановка для проведения в Сибири и на Дальнем Востоке ряда важнейших исследований для решения основных задач науки, которые были недавно обоснованы президентом Академии наук СССР М. В. Келдышем в докладе Всесоюзному совещанию научных работников.

В области энергетики и ядерной физики. Важные исследования по теории ядерного синтеза, созданию новых сверхмощных ускорителей, изучению элементарных частиц будет осуществлять Институт физики в Новосибирске. Названные исследования прокладывают пути в завтрашний день новой техники коммунизма.

Ученые Института теоретической и прикладной механики, а также Института кинетики и горения успешно работают над созданием мощных парогазовых энергетических установок, которые будут работать на тяжелых мазутах или газе. Наряду с высокоэффективным использованием этих топлив, парогазовые установки обеспечивают высокий коэффициент полезного действия. Отпадает надобность в паровых котлах, снижаются эксплуатационные затраты и расход металла на сооружение установок.

Транспортно-энергетический институт успешно решает проблему передачи переменного тока высоких напряжений на сверхдальние расстояния в 2—3 тысячи километров. Появляются новые идеи экономической передачи энергии на любое, практически не ограниченное расстояние.

В области машиностроения, механики и теплофизики. Институтом гидродинамики осуществляются работы по созданию высоконапорных импульсных гидромониторов, по обоснованию возможности создания сверхбыстроплавучих средств. Этот институт совместно с Институтом теплофизики ведет исследования свойств материалов, выдерживающих высокие и низкие температуры и высокие скорости движения.

В области автоматизации, теории управления и связи. Институт автоматизации и электрометрии, Институт математики и другие научные учреждения заняты разработкой новых технологических процессов и методов контроля производства, математическими методами обработки информации, совершенствованием теории автоматического управления, созданием высокоперспективных самонастраивающихся, самоуправляющихся систем.

Институт математики работает над проблемой создания сверхбыстрых счетных машин, которые являются основой новейших методов автоматизации и самонастраивающихся систем.

В области радиоэлектроники. Институт радиофизики и электроники ведет большие исследования по совершенствованию радиосвязей, по системам космической радиосвязи, по применению квантово-механических систем, параметрического усиления.

Институт автоматизации и электрометрии совместно с Институтом экспериментальной биологии и медицины работает над автоматическими устройствами при диагностике болезней человека, над созданием совершенных искусственных систем кровообращения.

В области математики. Институтом математики проводятся теоретические исследования по современной геометрии, теории функций, теории дифференциальных уравнений, теории процессов управления,

построения логических схем, теории информации во многих ее аспектах и т. п.

В области физики твердого тела. Физические институты отделения развернули значительные работы по изучению свойств кристаллов, магнетизма, прочности металлов, созданию новых важных свойств материалов.

В области химии. Химическими институтами отделения ведется работа по получению химических веществ высокой чистоты, получению новых видов полимеров с заданными свойствами, по обоснованию теории каталитических процессов, созданию новых катализаторов, обоснованию новых процессов в химической технологии при высоких температурах и давлениях, по повышению эффективности использования различных топлив, синтезу биологически активных веществ и по другим важным проблемам.

В области биологических, сельскохозяйственных и медицинских наук. Биологические учреждения Сибирского отделения работают над выведением новых, высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур и пород животных, над обоснованием ухода за растениями, использованием удобрений и гербицидов, над изучением физиологии растений, выявлением путей и методов создания устойчивых к засухам и заморозкам растений, над изысканием методов и средств борьбы с вредителями сельского хозяйства, обоснованием эффективности лечения и профилактики массовых заболеваний, в частности сердечно-сосудистых заболеваний.

В области наук о Вселенной и Земле. Научные учреждения отделения ведут исследования земного магнетизма и ионосферы, изучают корпускулярные потоки Солнца, космические лучи, разрабатывают методы прогноза солнечной активности, ионосферных возмущений, перерывов в радиосвязи и других явлений.

Геологические и геофизические учреждения изучают сейсмичность, вулканизм, движения и деформацию земной коры, территорий и акваторий Сибири и Дальнего Востока, закономерности размещения крупнейших полезных ископаемых, состав и физические свойства глубинных недр земной коры. В частности, совместно с институтами физического и технического профилей разрабатывается проект сверхглубокого бурения для достижения глубины в 10—12 тысяч метров и изучения в этих условиях вещественного состава и физических свойств земной коры. Ведется также исследование по использованию глубинного тепла Земли.

В области общественных наук. Ведутся исследования по экономике промышленного производства, выявлению резервов поднятия производительности труда, эффективному использованию трудовых резервов, обоснованию размещения и развития производительных сил, изучению истории языка и литературы народов Сибири и Дальнего Востока.

Краткий перечень ведущихся исследований показывает, что все основные задачи развития наук, изложенные в названном докладе президента Академии наук СССР М. В. Келдыша, находят свое отражение в деятельности ученых Сибири и Дальнего Востока.

Деятельность всех научных учреждений Сибирского отделения координируется на ученых советах по наукам, которые рассматривают годовые и перспективные планы исследований, апробируют законченные работы, разрабатывают предложения по внедрению выполненных исследований, рассматривают сводные программы исследований по комплексным проблемам.

Ученые советы по проблемам координируют и направляют деятельность не только академических, но и других ведомственных и производ-

ственных организаций, участвующих в разработке проблемы. Так, при Институте гидродинамики, руководимом академиком М. А. Лаврентьевым, создан Всесоюзный ученый совет по использованию энергии взрыва в народном хозяйстве. Работают также ученые советы по орошению и обводнению Кулундинской степи, по минерально-сырьевым ресурсам, геологическому строению и другим важным проблемам.

Широкое развитие получает комплексное исследование проблем несколькими учреждениями. Так, совместными усилиями институтов гидродинамики и горного дела созданы новые виды импульсных гидрометров, которые найдут применение при гидродобыче полезных ископаемых. Институт теоретической и прикладной механики совместно с Институтом теплофизики успешно работает над созданием мощных парогазовых и энергетических установок. Институты органической химии, кинетики и горения совместно с Биологическим институтом обосновали высокопроизводительные и высокоэффективные методы борьбы с гнусом.

Опыт работы Сибирского отделения показывает, что совместные координированные усилия многих научных учреждений ускоряют процесс исследования, обеспечивают качественное изучение проблем и получение более эффективных результатов. Этот же опыт свидетельствует о том, что серьезные научные исследования могут осуществляться не только в столичных городах, но и во многих крупных городах Сибири и Дальнего Востока.

Следуя указаниям Н. С. Хрущева о необходимости создания и укрепления научных учреждений не только в Новосибирске, но и в других городах Сибири и Дальнего Востока, Сибирское отделение поставило перед собой задачу постепенного превращения подчиненных ему филиалов и комплексных институтов в объединение научных учреждений, своего рода научные центры, в которых усилия ученых будут направляться не только на изучение производительных сил, но и на решение общетеоретических проблем развития соответствующих наук.

Наиболее близки к осуществлению этой задачи научные учреждения Сибирского отделения в Иркутске; здесь уже создано 9 самостоятельных научно-исследовательских институтов: геологический, геохимии, географии, лимнологический, органической химии, химии топлив, энергетики, биологический, ионосферы и земного магнетизма. В Иркутске организуется также вычислительный центр. Ведется подготовительная работа по созданию института электрохимии.

Названные институты Иркутска проводят теоретические исследования в таких областях науки, которые не являются предметом исследования других академических учреждений.

Совершенно необходимо, чтобы создаваемое новое научное объединение (центр) являлось ассоциацией научных учреждений, представляющих несколько научных направлений, чтобы в этой ассоциации были представлены такие ведущие науки, как математика, физика, химия.

В таких городах, как Иркутск, Красноярск, Хабаровск, Владивосток, в короткий срок можно создать значительные научные объединения — форпосты развития науки на востоке.

Значительные силы ведущих ученых страны, как нам представляется из опыта работы ученых Сибирского отделения, переместятся из столицы в эти новые научные объединения и возглавят там многообразную, большого теоретического и практического значения работу.

Ученые Сибири отчетливо сознают, что небывалый размах научных исследований на востоке страны был бы невозможен без повседневного внимания и заботы Партии и Правительства и лично Н. С. Хрущева о развитии науки. На всех этапах становления Сибирского отделения мы

ощущаем эту огромную помощь. При всей своей исключительной занятости Н. С. Хрущев дважды был в Новосибирске, подробно ознакомился с деятельностью всех его научных учреждений, с ходом строительства заложенного по его инициативе Академгородка. Указания Н. С. Хрущева по вопросам развития науки, улучшения дела строительства научного городка оказали огромную помощь Сибирскому отделению в выполнении поставленных перед ним задач.

И хотя ученые Сибири уже имеют некоторые достижения — около 150 научных разработок проходят стадию промышленного внедрения, — они знают, что сделано еще очень мало для оправдания той огромной заботы, которую оказывают развитию науки Партия и Правительство.

Идя навстречу XXII съезду, ученые Сибирского отделения взяли на себя обязательство сверх установленного тематического плана до открытия съезда научно обосновать еще несколько десятков предложений по повышению эффективности работы промышленности и сельского хозяйства.

XXII съезд нашей партии примет новую программу партии, программу развернутого строительства коммунизма. В этой программе исключительно большая роль отводится развитию научных исследований. Готовясь к осуществлению этой грандиозной программы, ученые Сибири и Дальнего Востока работают над выполнением поставленной партией задачи — занять передовые позиции во всех отраслях науки. При рассмотрении новых тематических планов главное внимание уделяется развитию крупных теоретических работ, разрабатываются мероприятия по быстрейшему внедрению в производство законченных научно-исследовательских работ, по быстрейшему выращиванию высококвалифицированных научных кадров.

Идя навстречу XXII съезду Коммунистической партии Советского Союза, ученые Сибири и Дальнего Востока горят желанием оправдать то высокое доверие, которое оказывают им Партия и Правительство, быстрее решить кардинальные задачи развития наук, определенные новой программой Коммунистической партии Советского Союза.

В. Г. ФОМИН

О РАЗВИТИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СИБИРСКОМ ОТДЕЛЕНИИ АН СССР

В марте текущего года в Новосибирске руководители институтов Сибирского отделения Академии наук СССР докладывали о результатах проводимых исследований и планах на будущее Первому секретарю ЦК КПСС и Председателю Совета Министров Союза Н. С. Хрущеву, которого сопровождали в этой поездке Председатель Совета Министров РСФСР Д. С. Полянский и заместитель Председателя бюро ЦК КПСС по РСФСР Г. И. Воронов. Наряду с многими ценными указаниями и советами по организации и дальнейшему росту научных сил в Сибири по различным отраслям наук, Н. С. Хрущев высказал ряд замечаний, касающихся недостатков в развитии экономической науки.

Н. С. Хрущев подчеркнул, что экономисты отстают в изучении крупных проблем социалистической экономики, указал на необходимость разработки проблем наиболее эффективной организации промышленного и сельскохозяйственного производства и отметил, что экономическая наука должна оказывать советским людям действительную помощь в теоретическом осмыслении практики коммунистического строительства.

Задачи, поставленные Н. С. Хрущевым, требуют значительной перестройки научной работы в области экономики, переключения сил исследователей на решение наиболее перспективных и важнейших в практическом отношении проблем коммунистического строительства. Для полной перестройки работы экономических научных учреждений и получения обобщающих результатов по той или иной проблеме необходимо определенное время. Поэтому еще рано говорить о больших завершённых работах, однако то, что уже делается экономистами Сибирского отделения в этом направлении, имеет немаловажное научное и практическое значение.

Указания Н. С. Хрущева были положены в основу плана мероприятий, утвержденного 28 марта с. г. бюро Президиума СО АН СССР с целью усиления научно-исследовательских работ в области экономики. Этот план был подготовлен Институтом экономики и организации промышленного производства, Сибирским советом экспедиционных исследований и другими научными учреждениями Сибирского отделения, а также Сибирским филиалом Института экономики сельского хозяйства ВАСХНИЛ.

Экономисты Сибирского отделения и научные работники Сибирского филиала Института экономики сельского хозяйства ВАСХНИЛ с чув-

ством высокой ответственности восприняли замечания Н. С. Хрущева и на основе их пересмотрели и уточнили тематику исследований, сосредоточив имеющиеся силы на наиболее актуальных вопросах. Обсуждению этой тематики было посвящено состоявшееся в конце июня этого года расширенное заседание Объединенного ученого совета СО АН СССР по экономическим наукам с участием экономических кафедр вузов и работников производства.

В докладе директора Института экономики и организации промышленного производства СО АН СССР члена-корр. АН СССР Г. А. Пруденского, в других докладах и сообщениях участников заседания отмечалось, что одной из важнейших проблем экономической науки, особенно для районов Сибири и Дальнего Востока, является проблема рационального использования трудовых ресурсов. Говоря о росте населения и численности рабочих и служащих целинного края, Н. С. Хрущев призвал экономистов больше вдумываться в такие цифры, анализировать их и ближе стоять к истокам, где рождаются эти цифры*.

В связи с этим Институт экономики усилил работы, связанные с изучением трудовых ресурсов Сибири и Дальнего Востока, поставив в качестве одной из первоочередных задач выявление резервов возможного использования на ближайшие годы имеющихся в этих районах трудовых ресурсов. Исследования, проведенные институтом, показали, что в предстоящие годы дополнительная потребность в трудовых ресурсах превышает естественный прирост трудоспособного населения Сибири и Дальнего Востока примерно в 2 раза, несмотря на то, что естественный прирост в Сибири в 1,5 раза выше, чем в среднем по СССР.

Основным методом изучения трудовых ресурсов, принятым в СО АН СССР, является комплексный анализ фактических первичных данных по микрорайонам, что, в отличие от обычных статистических методов изучения средних данных по областям и республикам в целом, дает возможность получения наиболее полных сведений о состоянии, использовании и движении трудовых ресурсов с учетом региональных особенностей отдельных районов.

Анализ структуры трудоспособного населения свидетельствует о том, что в Сибири и на Дальнем Востоке сравнительный состав лиц, занятых в общественном производстве, значительно выше, чем во многих других районах страны. Выборочные обследования показывают, что примерно 20% лиц трудоспособного населения, не занятых в общественном производстве, могут быть привлечены к работе в народном хозяйстве. Предварительные данные говорят о том, что перемещение кадров из европейской части СССР в Сибирь может быть сокращено не менее, чем на 25%, только за счет более активного использования резервов рабочей силы в Сибири.

Исследования по этому вопросу позволили Институту представить ряд практических предложений в Госэкономсовет для использования их в разработке генеральной перспективы. Завершается подготовка предложений для руководящих органов Федерации о путях мобилизации резервов трудовых ресурсов.

Институтом проведено изучение вопросов миграции населения и текучести кадров. Ведется углубленная разработка проблемы трудовых ресурсов на материалах обследования сельских районов Новосибирской области.

* Речь Н. С. Хрущева в Целинограде (Акмолинск). «Известия» от 19 марта 1961 г.

Проведенный институтом анализ использования оборудования на 20 машиностроительных предприятиях Сибири и 15 ремонтных заводах показал, что уровень использования технологического оборудования и прежде всего металлорежущих станков здесь еще очень низок. Количество неиспользуемых станков к общему числу установленных (по обследованным заводам Новосибирского, Алтайского и Иркутского совнархозов) в первую смену составляет от 20 до 30%, во вторую смену от 33 до 58%. При этом имеются большие колебания в степени загрузки различных групп станков на различных заводах, особенно слабо загружены специальные и агрегатные станки, автоматы и полуавтоматы. Институтом обоснованы предложения по улучшению использования имеющихся станков путем пополнения численности станочников за счет внутреннего перераспределения трудящихся на предприятиях и внутрирайонных резервов рабочей силы, за счет развития многостаночного обслуживания, улучшения использования времени работы оборудования и рабочего времени.

Планомерное использование выявленных резервов позволит обеспечить в ближайшие два—три года дополнительный прирост объема производства на 20—25% только за счет этих факторов. Результаты первого этапа исследований позволили представить доклад о резервах использования оборудования и рабочего времени на машиностроительных предприятиях Сибири для руководящих органов Федерации.

Широко ведется изучение использования рабочего времени трудящихся. По методическим рекомендациям института в Сибири (Новосибирск, Барнаул, Красноярск, Иркутск) проведено более 200 тысяч самофотографий рабочего дня, что уже оказало существенное влияние на использование рабочего времени. Достаточно сказать, что по группе машиностроительных предприятий Новосибирска, где проводилось самофотографирование рабочего дня, резко сократились потери рабочего времени. В 1959 г. они составляли 18% к общему фонду рабочего времени, в 1960 г. — 14,9%, а в 1961 г. только 5,6%. Опыт разработки балансов рабочего времени на Красноярском судостроительном заводе, осуществлявшийся сотрудниками института совместно с работниками завода, получил одобрение в решении бюро Красноярского горкома КПСС и Президиума Крайсовпрофа и рекомендован для распространения на всех промышленных предприятиях города. Завершен анализ использования рабочего времени на шахтах Кузбасса в зависимости от уровня механизации выемки угля и различных форм организации труда. Эта работа одобрена и принята для использования комбинатом «Кузбассуголь».

Начато изучение структуры кадров промышленных предприятий Сибири и обобщение опыта перехода на сокращенный рабочий день с учетом региональных особенностей районов Сибири.

Результаты исследований внерабочего времени и организации труда на подземных работах в угольных шахтах были рассмотрены на заседании Президиума ЦК профсоюза рабочих угольной промышленности, который своим постановлением обязал профсоюзные организации угольных шахт, разрезов истроек изучить и внедрить в практику своей работы опыт Кузбасса по сокращению нерациональных затрат внерабочего времени, связанных с производством.

Проводится также работа по анализу региональных особенностей формирования структуры себестоимости и резервов ее снижения на промышленных предприятиях Сибири.

По итогам научных исследований к открытию XXII съезда КПСС институт выпускает три тематических сборника работ: «Вопросы ис-

пользования трудовых ресурсов в районах Сибири», «Резервы рабочего времени в промышленности Сибири», «Внерабочее время трудящихся».

Институт периодически решает ряд задач по предложениям руководящих органов в связи с нуждами практики, а также в порядке научного содружества. К числу таких работ относится исследование трудовых ресурсов г. Новосибирска, экономическое обоснование новых технологических схем редких металлов и др.

Коллектив института в порядке выполнения социалистического обязательства оказал большую практическую помощь промышленности Октябрьского района г. Новосибирска. Для изучения резервов использования рабочего времени на предприятиях района было проведено около 2000 самофотографий и фотографий рабочего дня, обследовано использование производственного оборудования. Итогом этой работы явилось проведение районной научно-производственной конференции, на которой было отмечено, что внедрение только 300 практических предложений по улучшению организации труда и производства из 1500 предложений, поступивших от рабочих и служащих района и принятых к внедрению, даст экономический эффект в 100 тыс. рублей (в новых ценах).

С целью оказания практической помощи сельскому хозяйству в новосибирские областные руководящие органы направлены обобщенные материалы об использовании трудовых ресурсов в период уборочных работ по материалам обследований в Купинском, Искитимском, Тогучинском и Барабинском районах области. Проведено обследование лиц, не занятых в общественном производстве, и составлен отчетный баланс трудовых ресурсов подшефного СО АН СССР Михайловского сельскохозяйственного района.

С целью выявления потерь рабочего времени и получения практических рекомендаций по его полному использованию Институтом совместно с Сибирским филиалом Института экономики сельского хозяйства ВАСХНИЛ разработана методика и инструментарий для проведения самофотографий использования рабочего времени механизаторами сельского хозяйства в период уборки урожая в Новосибирской области.

Коллектив института принял деятельное участие в создании первого общественного научно-исследовательского института в Горном Алтае и оказывает ему постоянную практическую помощь в решении научно-организационных вопросов.

Институтом намечаются совместные работы с научными работниками вычислительного центра Сибирского отделения в области использования математических методов в проведении экономических исследований.

Математико-экономический отдел Института математики Сибирского отделения, которым руководит член-корр. АН СССР Л. В. Канторович, расширил и укрепил свои связи с промышленными и сельскохозяйственными предприятиями г. Новосибирска и области и с рядом отраслевых научно-исследовательских институтов. В связи с этим появилась возможность расширения производственной тематики. Основное внимание здесь уделяется построению и внедрению оптимальных плановых и экономических решений.

На Новосибирском инструментальном заводе группой сотрудников математико-экономического отдела решается задача равномерной загрузки оборудования с соблюдением всех плановых сроков. При наличии оборудования, сильно лимитирующего производство, решение этой задачи имеет и особое значение: устранение неравномерности в работе (штурмовщины) на производстве. На Новосибирском металлургиче-

ском заводе им. Кузьмина с целью повышения производительности прокатных станов разрабатывается методика оптимального решения задач максимального использования мощностей прокатных станов с учетом дальнейшего раскряга ленты по заказам.

Применение математических методов и электронно-вычислительных машин позволяет эффективно решать и задачи сельскохозяйственной экономики. По одному из совхозов Новосибирской области рассчитывается оптимальный кормовой рацион для птицы, обеспечивающий необходимое количество кормовых единиц с минимальной стоимостью кормов. В Улыбинском совхозе Новосибирской области решается задача рационального подбора системы сельскохозяйственных агрегатов с учетом объема и сроков сельскохозяйственных работ. Разрабатываемую методику имеется в виду использовать при составлении перспективных заявок (заказа) на тракторы и другие машины на семилетку в масштабе области.

Во всех этих задачах математические методы позволяют рассчитывать оптимальные варианты, внедрение которых даст значительный экономический эффект. Ряд таких вариантов намечено разработать до открытия XXII съезда КПСС.

Сибирским советом экспедиционных исследований в полном контакте с Советом по изучению производительных сил Госэкономсовета СССР проводится ряд конкретных исследований по экономическим проблемам размещения промышленности Сибири и Дальнего Востока. В докладе Председателя Сибирского совета экспедиционных исследований члена-корр. АН СССР Н. Н. Некрасова на заседании Объединенного ученого совета по экономическим наукам было отмечено, что создание материально-технической базы коммунизма выдвигает качественно новые территориальные экономические проблемы. К главным экономическим критериям рациональной территориальной организации народного хозяйства Советского Союза относятся максимальная экономия общественного труда, обеспечение полной занятости населения во всех районах страны, экономически эффективное использование природных богатств страны, динамическое изменение условий размещения отдельных отраслей производства под влиянием новой техники производства, изменение структуры потребления и применение наиболее эффективных видов транспорта.

Общесоюзные территориальные экономические проблемы, в частности проблему постепенного выравнивания территориальных пропорций развития производительных сил и проблему правильной специализации и комплексного развития хозяйства крупных экономических районов страны, возможно решить только в органическом сочетании с перспективным развитием экономики Сибири и Дальнего Востока.

Профиль крупного экономического района определяется наиболее рельефно развитием одной или нескольких отраслей производства общесоюзного значения, что находит свое отражение и в изменении территориальных пропорций по главным ведущим отраслям современного материального производства.

В настоящее время экономическое районирование Сибири и Дальнего Востока решено только в общем плане — выделено три крупных экономических района: Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток. По природным и особенно климатическим условиям эта обширная территория может быть подразделена на южную и северную зоны. Граница между этими зонами условно проведена в пределах 57—60° с. ш. На меньшей территории южной зоны Сибири и Дальнего Востока концентрируется почти все население (96%), основная часть го-

родов и городских поселков, подавляющая часть индустрии и сельского хозяйства.

Перспективы развития основных производительных сил Сибири и Дальнего Востока на ближайший период определяются в основном задачами всестороннего индустриального освоения южных районов Сибири. Именно к этой южной зоне должны быть отнесены крупные экономические районы Западной Сибири, Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Северная зона Сибири и Дальнего Востока представляет особую территорию Советского Союза. В настоящее время ее следует рассматривать как территорию с очаговой формой развития народного хозяйства, как крупнейшую резервную территорию будущего освоения.

Природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока, по существу, находятся в стадии широкого исследования и разведки. В этих регионах имеются все виды промышленного сырья и энергии. В суммарных общесоюзных энергетических ресурсах Сибири принадлежит свыше 70%.

Цепь крупнейших угольных бассейнов от Кузбасса на западе, Сахалина на востоке, Таймыра и Лены на севере представляет исключительно мощную угольную базу Советского Союза. В последние годы успешно решается проблема нефти и природного газа в Сибири и на Дальнем Востоке. Общая характеристика стока рек СССР показывает, что на Сибирь и Дальний Восток падает до 70% общего стока рек. К примеру, Ангаро-Енисейский район является уникальным в стране по гидроэнергоресурсам и экономической эффективности их использования. Этот район должен быть превращен в крупнейший общесоюзный центр самой дешевой в стране электроэнергии. Технически возможные к использованию гидроэнергоресурсы Сибири на 80% превышают ресурсы США и во много раз ресурсы других высокообеспеченных гидроэнергией капиталистических стран мира. Следующим этапом явится освоение столь же мощных гидроэнергоресурсов бассейна р. Лены. В ее низовьях возможно сооружение ГЭС, самой мощной в СССР.

Важным и первоочередным мероприятием является строительство Паужетской электростанции на горячих источниках Камчатки, что, очевидно, откроет новые перспективы использования этих новых видов энергоресурсов.

По мере изучения территории страны выявляются новые железорудные бассейны и месторождения. Практически неограниченными являются запасы поваренной соли. По размерам лесной площади и запасам древесины Сибирь и Дальний Восток — наиболее обеспеченные районы СССР. Только на Сибирь приходится 60% всей лесопокрываемой площади СССР, 62,8% общесоюзных запасов леса и 56,8% среднегодового прироста древесины.

Исследования показывают, что основные отрасли специализации крупных экономических районов Сибири и Дальнего Востока в перспективе — это электроэнергетика, электро- и энергоемкие производства, древесина и лесохимическая продукция, алмазы, золото. В условиях Сибири и Дальнего Востока характерны три главных направления в организации использования природных ресурсов и размещения производительных сил: крупные промышленные комплексы, рассредоточение промышленности по городам, создание отдельных промышленных очагов. В связи с этим идея комплексного планирования хозяйства совнархозов и местных Советов как единого целого хозяйства экономического административного района имеет первостепенное практическое значение.

Творческий коллектив научных работников и специалистов сельского хозяйства совместно с сотрудниками Сибирского филиала Всесоюз-

ного научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства (руководитель член-корр. ВАСХНИЛ М. И. Тихомиров) направили свои усилия на решение важнейших организационно-экономических вопросов сельскохозяйственного производства в Сибири с расчетом разработать к предстоящему XXII съезду КПСС научно обоснованные предложения и рекомендации.

В частности, уже проведен первый этап исследования по разработке научно обоснованной системы ведения сельского хозяйства в административных районах и отдельных сельскохозяйственных предприятиях Западной Сибири.

В интересах ускорения разработки научно обоснованной системы ведения сельского хозяйства и генеральных планов его развития по каждому совхозу и колхозу административного района коллектив филиала вносит предложения и рекомендации по организации и порядку проведения этой большой работы, а также методические указания, выработанные в итоге конкретных проектировок по Улыбинскому совхозу Искитимского района Новосибирской области, по опорным пунктам филиала и ряду совхозов Алтая.

В результате проведенных экономических исследований по анализу производственной деятельности зерновых совхозов целинных районов Алтая, Новосибирской, Омской и Курганской областей установлена большая пестрота в их размерах и ясно выраженная зависимость результатов деятельности от размера хозяйства.

Методами статистических группировок и нормативных расчетов выявлены и рекомендованы для производства указанной зоны Западной Сибири рациональные размеры зерновых совхозов и их отделений.

В ближайшее время будут закончены аналитические расчеты и даны предварительные рекомендации по рациональным размерам молочно-мясных совхозов и их ферм для Барабинской зоны и близких по условиям с ней районов Омской и Тюменской областей.

Рациональные размеры колхозов на перспективу целесообразнее всего установить по аналогии с совхозами соответствующей специализации, которые расположены в близких природно-экономических условиях.

Исследования и обобщение опыта работы ряда колхозов Западной Сибири по применению денежной оплаты труда позволили разработать конкретные рекомендации о порядке перехода на более прогрессивную форму оплаты труда колхозников и необходимых мерах подготовки к этому в колхозе, по методике установления тарифной ставки первого разряда с учетом экономики и возможностей хозяйства. Одновременно были разработаны вопросы о порядке расчетов с колхозниками и обеспечении их продуктами при денежной оплате без трудодня, об оплате отпусков и пенсионном обеспечении. Рекомендована также система оплаты труда руководящего персонала колхоза, специалистов, бригадиров, заведующих производственными участками и фермами в зависимости от результатов производственной деятельности. Совместно с практическими работниками колхозов и совхозов проводятся работы по хозяйственному расчету и внедрению организационно-хозяйственного плана с целью увеличения сельскохозяйственной продукции и снижения затрат труда на ее производство. Разработана общая методика составления плана, его форма и примерный перечень организационно-хозяйственных мероприятий.

В работу по реализации практических предложений, принятых в связи с указаниями Н. С. Хрущева, включались экономические отделы филиалов и комплексных институтов Сибирского отделения.

Президиум Дальневосточного филиала СО АН СССР наметил широкие исследования трудовых ресурсов Дальнего Востока, вопросов технического прогресса и повышения производительности труда, экономической эффективности капиталовложений и новой техники, научных основ рационального размещения производительных сил, комплексного развития народного хозяйства и перспектив развития энергетики. В области экономики сельского хозяйства усилия экономистов филиала направляются на исследование вопросов материальной заинтересованности и повышение рентабельности сельскохозяйственного производства, продолжают работы по теме «Резервы роста производительности труда в колхозах и совхозах Приморья и Приамурья как основных аграрных районов Дальнего Востока».

Совместно с отделами естественных наук филиала, проектными и сельскохозяйственными органами отдел экономики филиала участвует в разработке трех основных вопросов в области сельского хозяйства, принятых к исследованию Президиумом филиала в соответствии с решениями январского Пленума ЦК КПСС и замечаниями Н. С. Хрущева по вопросам сельского хозяйства. В частности, исследования резервов роста производительности труда в сельском хозяйстве являются составной частью комплексной темы «Научные основы получения высоких и устойчивых урожаев и повышения продуктивности животноводства на Дальнем Востоке».

По второй комплексной теме «Научные основы регулирования влажности почв Дальнего Востока» отделом экономики совместно с другими научными подразделениями филиала и проектными организациями проводятся исследования по экономическому обоснованию методов борьбы с наводнениями и переувлажнением почв, а также по комплексному использованию водноэнергетических ресурсов. Предполагается разработать мероприятия, позволяющие вовлечь в сельскохозяйственное производство свыше миллиона гектаров переувлажненных и заболоченных земель Приморья и Приамурья.

Начинаются работы по экономической части третьей комплексной темы, предусматривающей изучение вопросов сельскохозяйственного освоения горных склонов и увалов, где не используются большие площади высокоплодородных земель.

Отделом экономики и географии Бурятского КНИИ СО АН СССР начата практическая работа по составлению баланса трудовых ресурсов городов и аймаков, исследуются вопросы использования рабочего времени и текучести кадров в промышленности и сельском хозяйстве республики.

Начаты исследования по теме «Экономические предпосылки развития и размещения основных отраслей промышленности Бурятской АССР». Предварительные материалы по этому вопросу направлены в Госэкономсовет и плановые органы республики. Намечено форсировать работы по вопросам развития, размещения и специализации сельскохозяйственного производства и внедрению хозрасчета в колхозах и совхозах. Совместно с Институтом географии и Забайкальским КНИИ СО АН СССР начата разработка новой темы — «Комплексное картографирование природы, хозяйства и культуры Бурятии».

Сотрудниками Лаборатории экономики Северо-Восточного КНИИ СО АН СССР проводятся исследования по динамике золото- и оловодобычи в Магаданской области. Ведутся работы по теме «Миграция населения и текучесть кадров Магаданской области», как составной части научных исследований по проблеме трудовых ресурсов Сибири и Дальнего Востока. Рядом учреждений Сибирского отделения начаты иссле-

дования по проблемам развития транспортных связей с северными районами Сибири. Экономистами Северо-Восточного КНИИ СО АН СССР в 1961 г. намечается завершить исследования межрайонных и внутрирайонных транспортно-экономических связей Северо-Востока с целью научного обоснования наиболее рациональной схемы грузопотоков в районах Северо-Востока СССР.

Отделом экономики вновь организованного Забайкальского комплексного института СО АН СССР подготовлены практические рекомендации для планирующих проектных и хозяйственных органов по комплексному освоению Удоканского месторождения медных руд и Кручининского месторождения титаномагнетитовых руд. Эти рекомендации одобрены Читинским совнархозом и Бюро обкома КПСС. Начата разработка гипотезы развития производительных сил Читинской области на перспективу. Экономистами Сахалинского комплексного института Сибирского отделения намечено расширение круга работ по изучению состояния и использования трудовых ресурсов Сахалина и топливно-энергетическому балансу области, а с 1962 г. ими будут начаты исследования вопросов рационального размещения ведущих отраслей промышленности.

Совместно с центральными энергетическими проектными организациями коллектив Сибирского энергетического института под руководством члена-корр. АН СССР Л. А. Мелентьева проводит крупные технико-экономические исследования по проблемам сплошной электрификации Сибири и ее энергетических систем. Ведется подготовка к проведению во второй половине 1961 г. специального координационного совещания энергетиков Сибири.



В плане дальнейшего развития экономических исследований на ближайшую перспективу пересмотрена и уточняется тематика научных исследований по экономическим учреждениям и отделам экономических исследований филиалов и комплексных институтов Сибирского отделения с учетом дальнейшего приближения научных работ к нуждам практики и решения наиболее актуальных, перспективных вопросов экономической науки. В области координации научных исследований и экономической оценки наиболее важных проблем, разрабатываемых учреждениями физико-математического, технического, химического и биологического профилей, намечено организовать их совместную работу с экономистами, в том числе по проблемам взрыва, хладноломкости металла, транспортных связей в районах севера и другим, считая целесообразным создать в этих научных учреждениях группы экономистов соответствующего профиля.

Важное значение придается развитию научных исследований по организации производства в ведущих отраслях промышленности Сибири и Дальнего Востока, включая вопросы анализа резервов роста производительности труда, связанных с улучшением организации вспомогательных хозяйств предприятий, а также исследований резервов снижения себестоимости промышленной продукции, с учетом региональных особенностей отдельных районов. Институт экономики и организации промышленного производства СО АН СССР уже приступил к обобщению опыта перехода на сокращенный рабочий день с учетом выбора оптимальных режимов работы предприятий, совершенствования форм организации труда, наиболее рационального использования рабочего и вне рабочего времени, включая работы по важной теоретической проблеме коммуни-

стического строительства, какой является комплексное изучение рабочего и свободного времени трудящихся.

Следует отметить, что, безусловно, оправдывает себя метод проведения исследований на основе большого количества первичных данных, получаемых по специально разработанным программам. Анализ массовой совокупности первичных данных с одновременным использованием имеющихся статистических показателей дает возможность получать более обоснованные выводы и рекомендации, лучше чувствовать пульс жизни, шире использовать новейшую вычислительную технику.

Следует подчеркнуть, что исследования, проводимые экономистами Сибирского отделения с участием научной общественности и экономистов-аграрников, в своей основе соответствуют важнейшим задачам, поставленным перед экономической наукой в проекте Программы Коммунистической партии Советского Союза.

«Внимание экономистов, — говорится в проекте Программы КПСС, — должно быть направлено на изыскание путей наиболее эффективного использования в народном хозяйстве материальных и трудовых ресурсов, наилучших методов планирования и организации промышленного и сельскохозяйственного производства, на разработку принципов рационального размещения производительных сил и технико-экономических проблем строительства коммунизма»*.

Замечания Н. С. Хрущева в адрес экономической науки и задачи, поставленные в проекте Программы КПСС, помогают научным работникам-экономистам приблизить свои исследования к нуждам практики, сосредоточить усилия на решении важнейших экономических проблем, правильно определить свое место и роль в строительстве коммунизма.

* Газета «Правда» от 30 июля 1961 г.

В. А. КРОТОВ

СДВИГИ В РАЗМЕЩЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Огромные социально-экономические преобразования, происшедшие в России после Октябрьской социалистической революции, внесли коренные изменения в развитие и размещение хозяйства Сибири. Бывшая колониальная окраина царской России — Сибирь за годы Советской власти превратилась в быстрорастущий индустриальный район на востоке Советского Союза. По сравнению с 1913 г. валовая продукция крупной промышленности Сибири выросла более чем в 200 раз. Созданы новые промышленные и сельскохозяйственные районы. Проложены новые транспортные пути. В тайге и тундре построено несколько десятков новых городов.

Советские люди поставили перед собой грандиозную задачу — освоить несметные богатства этих районов и поставить их на службу социалистическому обществу. Как результат их планомерной созидательной деятельности возникла новая экономическая география Сибири.

Главная особенность новой географии Сибири заключается именно в том, что она создается на основе заранее разработанных планов и является результатом последовательного осуществления определенной экономической политики Советского государства в области размещения производительных сил. Эта политика направлена на всемерное повышение производительности общественного труда путем приближения промышленности к источникам сырья и энергии, а также на скорейший подъем экономики отсталых в прошлом окраин страны.

В отношении Сибири эти принципы были сформулированы еще в 1920 г. в Государственном плане электрификации страны (ГОЭЛРО), а затем в решениях Коммунистической партии и Советского правительства о создании Урало-Кузнецкого комбината (УКК) — второй мощной угольно-металлургической базы на востоке страны. Особый упор на освоение природных богатств Сибири и создание здесь на их базе новых крупных индустриальных центров сделан в решениях XX и XXI съездов партии.

Развитие производительных сил Сибири осуществляется по этапам. В первую очередь индустриализировались районы Западной Сибири. Теперь особое внимание уделяется промышленному строительству в районах Восточной Сибири.

Каждый из этих крупных (основных) экономико-географических районов развивается в своих специфических условиях и получает свою особую специализацию в системе народного хозяйства страны.

Поскольку в одном кратком сообщении невозможно достаточно подробно изложить материалы, относящиеся к размещению производи-

тельных сил на всей огромной территории Сибири, в настоящей статье освещаются основные сдвиги в размещении производительных сил Восточной Сибири, изучением которых автор занимался ряд лет*.

**

Естественно, что индустриализация Восточной Сибири могла быть осуществлена только в результате огромного технического прогресса всего Советского Союза на основе достижений науки.

Для развития производительных сил Восточной Сибири имели важнейшее значение планомерные научно-исследовательские работы, направленные на изучение ее природных условий и трудовых ресурсов. До революции Восточная Сибирь с ее огромной, но слабо заселенной территорией была наименее изученной частью страны, которая не имела даже достоверной географической карты. За годы Советской власти широко поставленные комплексные географические, геологические, геоботанические, почвенные и другие исследования охватили почти всю Восточную Сибирь.

Результаты этих исследований привели к крупным изменениям географии Восточной Сибири. Достаточно назвать открытие и описание всего архипелага Северная Земля, установление новой орографической схемы северо-востока Якутии, где открыты хребет Черского, горные вершины высотой свыше 3000 м и ряд ледников; установление истинного положения и протяженности рек Индигирки, Алазен и Колымы, оказавшейся в своих верховьях на 400 км восточнее, чем это показывалось на прежних картах; установление нового «полюса холода» в Оймяконе и др.

Опрокинуты прежние представления о бедности Восточной Сибири полезными ископаемыми. Выявлены и разведаны новые районы месторождений каменного угля (Тунгусский, Таймырский, Ленский, Южно-Якутский, Колымо-Индигирский и др.); железных руд (Ангари-Илимский, Нижне-Ангарский, Южно-Якутский, Приаргунский); золота (Алдан, Колыма и Индигирка); олова, вольфрама и молибдена, никеля (Норильск), полиметаллов, слюды (Мамско-Чуйский и Алданский районы), графита (по Нижней Тунгуске и на южном побережье Байкала), плавикового шпата (в Читинской области), асбеста (в Туве и Восточном Саяне), талька и магнезита (в Иркутской области и низовьях Ангары), алюминиевого сырья в Красноярском крае и в Бурятии (Нордвик, Тасеевское и Олекминское месторождения), природного газа в устье р. Вилюй. Особенно замечательны последние открытия крупнейшей алмазоносной провинции в Западной Якутии.

Комплексные исследования на реках Восточной Сибири выявили исключительные богатства гидроэнергетических ресурсов Ангары и Енисея с их притоками, а также других рек Восточной Сибири (800 млрд. квт. ч потенциальной мощности).

Много новых важных данных получено в итоге изучения лесов и сельскохозяйственных земель, пушных и рыболовных ресурсов Восточной Сибири.

В результате всего этого к настоящему времени Восточная Сибирь заняла выдающееся место среди других крупных экономических районов Советского Союза по своим энергетическим и сырьевым ресурсам.

* Вопросы трудовых резервов более подробно будут освещены в специальной статье в одном из следующих номеров журнала. (Прим. ред.).

В Восточной Сибири сосредоточено свыше 45% наиболее дешевых гидроэнергетических ресурсов страны, 80% союзных запасов угля, основные запасы золота, олова, алмазов, слюды-мусковита, слюды-флогопита, никеля [1, стр. 6]. На долю Восточной Сибири приходится более половины запасов древесины государственного лесного фонда СССР — свыше 38 млрд. м³ [2, стр. 221].

Следует подчеркнуть, что многие энергетические и сырьевые ресурсы Восточной Сибири отличаются особенно благоприятными условиями. Здесь находятся самые дешевые в стране источники гидроэнергии и топлива, железной руды, алюминия. Электроэнергия ангарских ГЭС в 2—3 раза дешевле, чем на крупнейших волжских гидроэлектростанциях; капитальные затраты, необходимые для добычи 1 т каменного угля на месторождениях Восточной Сибири, в 2—3 раза ниже, чем в Донбассе. Себестоимость красноярского глинозема будет на 40% ниже, чем на передовых действующих предприятиях СССР [3, стр. 79].

Главными особенностями географического положения и природных условий Восточной Сибири являются громадные размеры и труднодоступность территории, удаленность от основных экономических центров страны, относительная суровость климатических условий, слабая заселенность территории и неосвоенность естественных ресурсов. Прежде они рассматривались как почти непреодолимые препятствия на пути широкого экономического развития. После революции всестороннее изучение природных условий и ресурсов Восточной Сибири дало возможность по-новому подойти к их оценке и наметить пути успешного преодоления неблагоприятных природно-географических факторов и наиболее рационального использования природных богатств района. Основанием для этого служит практика социалистического строительства, преимущества плановой системы хозяйства и использование достижений советской науки и техники. В период развернутого строительства материально-технической базы коммунизма природные богатства Восточной Сибири приобрели особое значение.

Перспективы ее экономического развития связаны с дальнейшей специализацией на энергоемких и теплоемких отраслях промышленности, что дает возможность при меньших капиталовложениях и минимальных затратах рабочей силы использовать богатые сырьевые и энергетические ресурсы района для производства ценной и высокотранспортабельной продукции, выдерживающей дальние перевозки.

Большие запасы природных богатств Восточной Сибири обусловили необходимость создания здесь крупнейших промышленных центров. В Восточной Сибири строятся величайшие в мире Братская и Красноярская гидроэлектростанции, мощные предприятия алюминиевой, химической, лесной и других отраслей промышленности. Крупные масштабы предприятий обеспечивают наиболее эффективное использование огромных местных ресурсов.

Постоянный недостаток рабочей силы выдвигает с особой остротой проблемы достижения в Восточной Сибири высокой производительности труда на основе применения во всех отраслях народного хозяйства самой передовой техники, которая позволит комплексно и наиболее полно использовать сырье. Поэтому не случайно по росту производительности труда Восточная Сибирь занимает одно из первых мест среди экономических районов СССР.

Говоря о сдвигах в развитии и размещении производительных сил Восточной Сибири, нужно прежде всего отметить изменения, происшедшие в ее экономико-географическом положении. Промышленное разви-

тие восточных районов страны и создание второй мощной угольно-металлургической базы СССР — Урало-Кузнецкого комбината — привело к тому, что крупные промышленные очаги страны приблизились к Восточной Сибири. Расстояние от Иркутска до ближайших крупных промышленных центров сократилось почти в два раза.

В результате освоения Северного морского пути создались новые направления выхода массовой продукции восточных районов страны и снабжения их тяжелым оборудованием. Это особенно способствовало развитию производительных сил районов Крайнего Севера Восточной Сибири.

Изменение политического положения на Дальнем Востоке после ликвидации здесь очага войны и образования Китайской Народной Республики привело к коренному изменению условий промышленного развития пограничных районов Забайкалья. Они становятся теперь важнейшим территориальным звеном в осуществлении дружественных экономических связей СССР с Китаем и Монголией.

За годы социалистического строительства существенно изменились место и роль Восточной Сибири в хозяйстве Советского Союза. Из обширной, но слабозаселенной и неосвоенной территории она превратилась в один из основных экономических районов Советского Союза с высоким уровнем промышленного развития. Известно, что до революции это был отсталый сельскохозяйственный и пушного промысловый район с преобладанием полунатурального хозяйства, имевший лишь незначительные очаги горнодобывающей (преимущественно золотой) промышленности.

Отсталость экономического развития Восточной Сибири в дореволюционный период особенно ярко проявлялась в том, что она ограничивалась ролью поставщика золота и пушнины, т. е. специализировалась на экстенсивных добывающих отраслях хозяйства, имевших характер примитивных «промыслов». Обрабатывающая промышленность почти отсутствовала или была представлена предприятиями кустарного типа.

Последовательно проводя в жизнь ленинскую политику размещения производительных сил, Советское правительство осуществило ряд мероприятий по ликвидации экономической и культурной отсталости бывших колониальных окраин царской России. Большое внимание было уделено экономическому развитию районов Восточной Сибири, куда были направлены значительные капиталовложения, обеспечившие ускоренные темпы индустриализации.

Валовая продукция крупной промышленности Восточной Сибири увеличилась по сравнению с 1913 г. в 1940 г. в 14 раз, в 1950 г. — в 30 раз, в 1959 г. — в 85 раз, что значительно превышает соответствующие показатели роста продукции крупной промышленности всего Советского Союза и РСФСР [4, стр. 68].

По семилетнему плану намечен рост объема промышленного производства в Восточной Сибири на 180% при общем увеличении промышленной продукции, предусмотренном для всего Советского Союза, на 80%.

После революции здесь созданы новые отрасли тяжелой промышленности: машиностроение, химия, цветная металлургия, слюдообработывающая, цементная и другие.

Развитие новых отраслей промышленности сопровождается большими изменениями в размещении производства. Если на карте размещения промышленности до революции можно было видеть в Восточной

Сибири всего около двух десятков точек, обозначавших пункты с промышленными предприятиями, то на современной карте таких точек уже насчитывается свыше 230. Появились новые промышленные пункты и целые районы в разных частях Восточной Сибири, в том числе и за Полярным кругом.

Горнодобывающая промышленность, старейшая в Восточной Сибири, и в дальнейшем будет играть важную роль в экономике этого района, определяя его специализацию в народном хозяйстве СССР. Ее развитие связано с наличием больших, в ряде случаев уникальных, минеральных ресурсов.

Важнейшее общесоюзное значение имеет добыча алмазов, золота и цветных металлов, слюды, плавикового шпата, пьезо-кварца, графита.

Добыча каменного и бурого угля, составлявшая в 1913 г. всего 847 тыс. т, поднялась до 36 млн. т в 1959 г. [4, стр. 96].

Новыми крупными районами горнодобывающей промышленности, возникшими за годы Советской власти, являются: Хакасский, Ачинский, Канский, Норильский в Красноярском крае; Мамско-Чуйский и Слюдянский в Иркутской области; Джидинский, Бaleyский, Дарасунский и Шерловогорский в Забайкалье; Алданский, Верхоянский и Колымский в Якутии. Формируются Вилюйский, Ангаро-Илимский, Индигирский и др. районы. Одновременно произведена коренная техническая реконструкция старых районов: Восточного Забайкалья, Бодайбинского, Енисейской тайги.

Особо бросаются в глаза огромные изменения в области энергетики. Восточная Сибирь, не имевшая до революции ни одной промышленной электростанции, в настоящее время располагает рядом мощных энергетических узлов и превращается в крупный центр энергетики в Советском Союзе.

Наряду с мощными тепловыми электростанциями, действующими и строящимися на базе дешевых углей в районах Красноярска, Ачинска (Назаровская ГРЭС мощностью свыше 1 млн. кВт), Иркутска, Улан-Удэ, Читы и других промышленных центров, Восточная Сибирь стала районом строительства самых крупных в стране гидроэлектростанций на Ангаре и Енисее. С 1959 г. работает на полную мощность (660 тыс. кВт) Иркутская ГЭС; в 1961 г. вступит в строй первая очередь Братской ГЭС, мощность которой будет доведена до 4,5 млн. кВт. Ведутся проектно-изыскательские работы по такой же мощной Усть-Илимской гидроэлектростанции на Ангаре. Одновременно с началом строительства Красноярской ГЭС, установленная мощность которой составит 5 млн. кВт, ведутся изыскания по другим гидроэлектростанциям Енисейского каскада.

Ангаро-Енисейские районы Восточной Сибири в недалеком будущем превратятся в крупнейший в Союзе центр производства самой дешевой электроэнергии, способный не только обеспечивать развитие здесь ряда энергоемких производств, но и передавать несколько миллионов киловатт электроэнергии на запад — до Урала.

Мощная энергетика, энергоемкие и теплоемкие производства составляют главную основу будущей специализации Восточной Сибири в общесоюзном разделении труда. Строящиеся и проектируемые предприятия по производству алюминия, ряда отраслей химической промышленности в недалеком будущем превратят Иркутско-Черемховский, Братско-Тайшетский и Ачинско-Красноярский энергопромышленные узлы в главные центры электрометаллургии и электрохимии в Советском Союзе.

Черная металлургия пока не получила большого развития в Восточной Сибири и представлена в настоящее время небольшим передельным Петровск-Забайкальским металлургическим заводом и рядом сталеплавильных цехов при крупных машиностроительных предприятиях, в которых выплавляется всего около 400 тыс. т стали [5, стр. 36]. Но наличие богатых запасов железных руд и углей, пригодных для коксования, в Иркутской области, Красноярском крае, в Якутии и к востоку от Байкала позволяет проектировать здесь крупные металлургические комбинаты. Строительство металлургического завода в Тайшете на базе руд Коршуновского месторождения начнется уже в нынешнем семилетии. Крупный центр цветной металлургии создан в Норильске для переработки медно-никелевых руд. Дальнейшее развитие цветная металлургия получит в Восточном Забайкалье и на юге Красноярского края, где проектируется и строится ряд предприятий. Производство алюминия создается в районе Иркутска (Шелехов) и Красноярска.

Особенно важное значение для индустриального развития Восточной Сибири имело создание здесь собственного машиностроения, главными центрами которого являются Красноярск, Иркутск, Улан-Удэ и Чита. Меньшие по масштабу центры судостроения и судоремонта, разнообразной металлообрабатывающей и ремонтно-механической промышленности появились во многих других пунктах Восточной Сибири в связи с потребностями водного и автомобильного транспорта, сельского хозяйства, лесной промышленности и других отраслей народного хозяйства. По сравнению с 1950 г. в 1959 г. продукция предприятий машиностроения и металлообработки в Восточной Сибири выросла в 3,4 раза [4, стр. 112].

Восточная Сибирь производит теперь многие виды машин и механизмов не только для удовлетворения своих собственных потребностей, но и для вывоза в другие экономические районы страны и за границу.

Почти заново создана в Восточной Сибири промышленность строительных материалов, имеющая в своем составе крупные цементные (Красноярск, Ангарск, Каменск), стекольные (Улан-Удэ), керамические заводы, заводы железобетонных конструкций. В 1959 г. в Восточной Сибири произведено 1754 тыс. т цемента, а до революции производилось всего 45 тыс. т [4, стр. 138]. Производство строительного кирпича и оконного стекла увеличилось более чем в 3 раза. Особенно быстро растет производство сборного железобетона.

В связи с перебазируванием лесной промышленности в многолесные районы страны все более возрастает роль Восточной Сибири в заготовке и вывозке древесины. С 20 млн. м³ в 1940 г. объем вывозки древесины увеличился в 1959 г. до 53 млн. м³, т. е. вырос в 2,5 раза, в то время как по СССР в целом за этот же период он увеличился лишь в 1,5 раза [4, стр. 124]. Соответственно доля Восточной Сибири в лесозаготовках Союза поднялась с 8 в 1940 г. до 13% и имеет тенденцию к дальнейшему быстрому подъему. Восточная Сибирь снабжает своим лесом многие районы Советского Союза (главным образом Казахстан и Среднюю Азию) и дает часть лесоматериалов на экспорт через Игарку.

Большие изменения произошли в размещении лесной промышленности. Наиболее интенсивно развиваются лесозаготовки в Иркутской области и Красноярском крае. Новые крупные районы лесозаготовок появились не только в полосе, примыкающей непосредственно с юга к Сибирской железнодорожной магистрали, но и в низовьях Ангары, по Чуне, на восточном побережье Байкала, по среднему течению Лены и др. Интенсивные лесозаготовки разворачиваются теперь по Ангаре и

некоторым ее притокам в зоне будущего водохранилища Братской ГЭС, где сосредоточено около 40 млн. м³ деловой древесины. Постройка Ленской железной дороги и будущей дороги Ачинск — Абалаково вскрывает для промышленного использования новые богатые лесные массивы.

Почти в 4 раза увеличился в Восточной Сибири с 1940 г. объем лесопиления. Созданы новые крупные центры лесопильной промышленности в Игарке, Енисейске, Тайшете и других пунктах Иркутской области и Красноярского края, а также в Забайкалье и Якутии. Строятся еще более крупные лесокombинаты в Новочунске, Братске, Маклаково. Возникла новая важная отрасль промышленности — гидролизная. Строятся первые целлюлозно-бумажные комбинаты в Красноярске, в районе Улан-Удэ, на южном берегу Байкала. Крупный центр целлюлозно-бумажной промышленности возникнет в Братске.

Построено много крупных, хорошо технически оснащенных предприятий пищевой и легкой промышленности. Крупными центрами мясной промышленности стали Улан-Удэ, Иркутск, Красноярск, Канск, Абакан, Чита, Борзя. Заводы молочных консервов сосредоточены в Красноярском крае, а рыбконсервные заводы — в устье Енисея и на Байкале. Большая чаепрессовочная фабрика построена в Иркутске. Текстильная промышленность развивается в Канске, Красноярске и Улан-Удэ. Швейная, трикотажная и кожевенно-обувная отрасли промышленности имеются во всех крупных городах Восточной Сибири.

Значительно выросла доля Восточной Сибири в промышленной продукции страны.

Больших успехов достигло после революции и сельское хозяйство Восточной Сибири. В 1960 г. здесь насчитывалось 1619 укрупненных колхозов, 159 совхозов и 167 ремонтно-технических станций. На полях Восточной Сибири работало около 71 тыс. тракторов и 22 тыс. зерновых комбайнов [4, стр. 354—356].

Победа социализма в сельском хозяйстве обеспечила широкие возможности для развития земледелия и животноводства в Восточной Сибири и продвижения их в новые районы, несмотря на наличие в ряде мест сравнительно суровых и сложных природных условий.

За годы Советской власти посевная площадь в Восточной Сибири увеличилась в 4 раза и достигла в 1960 г. 7,2 млн. га (в 1913 г. было 1,6 млн. га). С 1954 г. поднято более 3 млн. га целинных и залежных земель. Валовой сбор хлеба вырос по сравнению с дореволюционным временем в 5 раз. В 1913 г. он оценивался в 930 тыс. т, а в 1959 г. составил 4860 тыс. т [2, стр. 357].

В результате этого Восточная Сибирь, прежде нуждавшаяся ежегодно в завозе хлеба, теперь не только может удовлетворить свои потребности, но и дает часть товарного зерна на вывоз. На долю Восточной Сибири теперь приходится 6% посевной площади РСФСР и 7% производства зерна, почти 6% производства овощей и картофеля, а до революции ее доля составляла 1,8% по зерну, 1,6% по картофелю [2, стр. 357, 364].

Около половины всей площади посевов размещается в Красноярском крае (3,6 млн. га против 662 тыс. га в 1913 г.). Второе место по развитию земледелия занимает Иркутская область, увеличившая посевную площадь с 461 тыс. га до 1,4 млн. га. Тувинская автономная область, почти не имевшая земледелия до революции, располагает теперь посевной площадью 280 тыс. га; более 90 тыс. га посевов имеет Якутская АССР, где в 1913 г. засеивалось всего 16 тыс. га. За эти же годы площадь посевов Бурятской АССР увеличилась с 192 тыс. га до 636 тыс. га, в Читинской области с 277 тыс. га до 1,3 млн. га [4, стр. 225].

Значительно улучшилась структура посевов. Доля зерновых сократилась с 93 до 69%. Площадь, занятая пшеницей, выросла по сравнению с 1913 г. более чем в 9 раз, а ее доля в посевах поднялась с 19 до 40%. Показателем интенсификации земледелия является увеличение в 8 раз посевов картофеля и овощей, появление больших площадей кормовых культур — кукурузы (500 тыс. га в 1960 г.), сеяных трав, а также корнеплодов и некоторых технических культур. Значительных успехов достигло садоводство, главным образом на юге Красноярского края.

Рост посевных площадей сопровождается расширением районов устойчивого земледелия, продвижением его на север и восток: по Енисею, в районы центральной Якутии и Забайкалья. В горнотаежных районах Алдана, Витимо-Патомского нагорья, Восточного Саяна и др., не имевших прежде никакого земледелия, теперь прочно внедрились посевы овощей, картофеля и кормовых культур. Самые северные в мире очаги земледелия появились далеко за Полярным кругом, продвинувшись до 71° северной широты (Дудинка, Норильск, Игарка, Тикси и др.); одновременно в этих районах появилось и продуктивное животноводство. В Восточной Сибири к 1960 г. насчитывалось 2907 тыс. голов крупного рогатого скота, 7661 тыс. овец и 344 тыс. коз, 1384 тыс. свиней, 438 тыс. оленей [4]. На ее долю приходится 8% крупного рогатого скота и почти 12% общего поголовья овец в РСФСР.

Крупные очаги молочного животноводства возникли в средней части Красноярского края и Иркутской области. Более чем вдвое увеличилось поголовье овец. В степных районах Забайкалья, в Хакасии, на юге Красноярского края, в Тувинской автономной области создается новая база тонкорунного и полутонкорунного овцеводства. Особенно большого развития достигло овцеводство в Читинской области — с 795 тыс. в 1916 г. до 3133 тыс. голов в 1960 г. Оленеводство успешно развивается в Якутии и на севере Красноярского края.

Во многих районах Восточной Сибири появилась новая отрасль сельского хозяйства — звероводство. Созданы звероводческие совхозы и зверофермы при колхозах, в которых выращиваются главным образом серебристо-черные лисицы. Количество пушного зверя значительно пополнилось за счет акклиматизации ондатры и восстановления почти истребленного прежде соболя. Восточная Сибирь является главным пушнопромысловым районом Советского Союза; она дает около половины заготавливаемой в стране пушнины, причем наиболее ценных сортов (соболь, белка, песец, горностай, лисица).

Укрупнение колхозов, строительство РТС (ремонтно-технических станций) и совхозов, механизация и электрификация сельского хозяйства внесли коренные изменения в географию сельских населенных пунктов, в размещение сельскохозяйственного производства. Крупные изменения в размещении сельского хозяйства предстоят в связи с созданием крупных водохранилищ на Ангаре и Енисее, где из зоны затопления переносятся на новые места населенные пункты.

Очень важную роль в экономическом развитии и создании нового размещения производительных сил Восточной Сибири сыграл транспорт. Известно, что транспорт наряду с недостатком трудовых ресурсов является в Восточной Сибири тем «узким местом», которое ограничивает темпы и уровень развития производительных сил. Удаленность от основных экономических районов страны и незамерзающих морей, огромные размеры территории и разбросанность на ней населения и промышленных центров — все это выдвигает здесь как первоочередную задачу преодоление расстояний. Огромные природные богатства ряда районов Восточной Сибири (Восточный Саян, Тува, Южная и Северо-

Восточная Якутия, Енисейская тайга) еще не используются в широких масштабах только из-за отсутствия развитого транспорта.

Несмотря на большие трудности транспортного строительства в условиях Восточной Сибири и необходимость больших капиталовложений, за годы Советской власти почти удвоена протяженность железных дорог. В дополнение к единственной Сибирской железнодорожной магистрали после революции построены новые железные дороги: Ачинск—Абакан (для связи с плодородной Минусинской котловиной и Хакассией), Улан-Удэ—Наушки с продолжением на Улан-Батор, Борзя—Соловьевск (путь в западные районы Монголии), Тайшет—Усть-Кут (связь с бассейном Лены), Сталинск—Абакан и другие. Грузооборот железных дорог только с 1940 по 1955 г. вырос почти в 3 раза.

За годы Советской власти построены автомобильные магистрали в Туву, Монголию, к пристаням Лены, золотопромышленному Алдану, в Забайкалье. На северо-востоке сооружена большая Колымская автомагистраль, соединившая с Магаданом горнопромышленные районы Колымы, Индигирки.

Организация Северного морского пути имела важнейшее значение для развития производительных сил районов Севера и всей Восточной Сибири. Через построенные порты: Диксон и Игарка на Енисее, Нордвик у устья Хатанги, Тикси на Лене—в северные районы Восточной Сибири завозятся массовые грузы и оборудование из Мурманска, Архангельска и Владивостока. Обратными рейсами вывозятся лес, соль, концентраты цветных металлов, уголь, продукция промыслового хозяйства. Северный морской путь усилил грузооборот по рекам Енисею и Лене, особенно в их низовьях, и, кроме того, сделал возможным освоение судоходством таких рек, как Пясины, Хатанга, Оленек, Индигирка, Колыма. Из общей протяженности гидрографической сети Восточной Сибири, составляющей 85 тыс. км, освоено судоходством 25 тыс. км. Перевозки грузов водным транспортом увеличились по сравнению с 1940 г. более чем в 4 раза.

Воздушный транспорт прочно вошел в быт Восточной Сибири. Ее главные центры связаны регулярными рейсами с Москвой. Через Красноярск—Иркутск—Читу проложены также транзитные воздушные пути на Дальний Восток, в Китай и Монголию. Воздушный транспорт обеспечивает внутрирайонные связи и перевозки не только ценных грузов—пушнины, золота, но и оборудования в отдаленные районы Восточной Сибири, не обеспеченные другими путями. Освоение северных и таяжных районов, геологические разведки, широкие географические исследования на огромных ненаселенных пространствах Восточной Сибири были бы невозможны без применения авиации.

Установление регулярных рейсов скоростных реактивных самолетов ТУ-104 позволяет теперь преодолевать расстояние в 5000 км от Иркутска до Москвы за 6—7 часов.

Большое новое транспортное строительство развернулось в Восточной Сибири в послевоенные годы, особенно в текущем семилетии. Важнейшее значение имело завершение строительства дороги Цзинин—Улан-Батор, создавшей сквозной и кратчайший железнодорожный путь от Пекина до Москвы через Наушки—Улан-Удэ—Иркутск. Построена железная дорога Сталинск—Абакан, обеспечивающая выход хакасских железных руд в район Кузбасса. Строятся железные дороги Ачинск—Абалаково и Абакан—Тайшет. Завершается электрификация Сибирской железнодорожной магистрали на всем протяжении от берегов Байкала (Слюдянка) до Москвы. Строится нефтепровод Омск—Ново-

сибирск—Иркутск. Расширение сети дорог в Якутии обеспечит развитие алмазодобывающей промышленности в бассейне Вилюя.

Коренные сдвиги в размещении производительных сил Восточной Сибири находят концентрированное выражение в географии населения.

Общая численность населения Восточной Сибири с 3,7 млн. чел. в 1926 г. и 5,2 млн. чел. в 1939 г. выросла к началу 1959 г. до 6,9 млн. чел., т. е. почти удвоилась. По темпам роста населения, составившего 34% к 1939 г., Восточная Сибирь стоит на одном из первых мест в Советском Союзе. В связи с индустриализацией района особенно растет численность городского населения. С 425 тыс. в 1926 г. оно увеличилось до 3,6 млн. чел. в 1959 г., т. е. почти в 9 раз, и составляет 53% всего населения Восточной Сибири. К 1926 г. только Иркутск имел численность населения около 100 тыс. чел., а теперь 7 городов: Красноярск, Иркутск, Улан-Удэ, Чита, Черемхово, Ангарск и Норильск—относятся к числу крупных городов с населением свыше 100 тыс. чел.

В 1960 г. в Восточной Сибири уже насчитывалось 57 городов и 182 поселка городского типа. Больше половины городов и все рабочие поселки возникли после революции.

В соответствии с горнопромышленной специализацией Восточной Сибири большая часть рабочих поселков выросла на базе золотых, слюдяных, оловянных, вольфрамовых и других приисков и рудников. Они сосредоточены в Енисейской тайге, Хакассии, Бодайбинском районе, Алдане и Восточном Забайкалье. Много городов и рабочих поселков создано в связи с развитием лесной промышленности. Свыше 30 рабочих поселков выросли как железнодорожные станции, пристани, порты и судоверфи, т. е. пункты, связанные с обслуживанием транспорта.

Многонациональный состав населения Восточной Сибири нашел свое отражение в административном районировании. Осуществление национальной политики Коммунистической партии обеспечило беспрепятственным когда-то коренным народам Восточной Сибири—якутам, бурятам, хакасам, тувинцам, эвенкам и др. возможность развития национальной культуры и государственного строительства. В Восточной Сибири образовалось 2 автономных республики, 2 автономных области, 4 национальных округа.

В процессе индустриального развития Восточной Сибири формируются новые промышленные районы и центры: Ачинско-Красноярский, Южно-Енисейский, Норильский, Иркутско-Черемховский, Братско-Тайшетский, Мамско-Бодайбинский, Улан-Удэнский, Читинский, Восточно-Забайкальский, Южно-Якутский и Яно-Индигирский. Особенно выделяются по уровню и темпам экономического развития Ачинско-Красноярский, Братско-Тайшетский и Иркутско-Черемховский районы. Они превращаются теперь в крупнейшие индустриальные узлы союзного значения на базе использования исключительно дешевых гидроэнергетических ресурсов Ангары и Енисея, углей Канско-Ачинского и Иркутского бассейнов и богатейших минерально-сырьевых и лесных ресурсов этой части Восточной Сибири [6].

Коренные изменения в размещении производительных сил Восточной Сибири позволяют лучше и полнее использовать неисчерпаемые природные ресурсы, комплексно развивать хозяйство ее районов.

Институт географии
Сибири и Дальнего Востока
Сибирского отделения АН СССР,
Иркутск

Поступила в редакцию
28/VI 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. П. Я. Антропов, Минерально-сырьевые ресурсы Восточной Сибири, перспективы их расширения и освоения. М., 1958.
2. Народное хозяйство СССР в 1959 г. Статистический ежегодник. М., 1960.
3. А. Н. Ефимов, Перспективы развития промышленности СССР. Госполитиздат, 1959.
4. Народное хозяйство РСФСР в 1959 г. Статистический ежегодник. М., 1960.
5. Народное хозяйство РСФСР. Статистический сборник. М., 1957.
6. В. А. Кротов, Новые экономические районы Восточной Сибири. Доклад на XIX Международном географическом конгрессе в Стокгольме, 1960.

К. Н. КОРЖАВИН

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛЬДА НА ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ
В УСЛОВИЯХ СИБИРИ

1. Введение

Широкое развертывание транспортного и гидротехнического строительства в СССР требует детального учета воздействия льда на инженерные сооружения в период их строительства и эксплуатации.

Особое значение приобретает этот вопрос в климатических условиях Сибири, определяющих большую толщину, прочность льда и мощный весенний ледоход, протекающий зачастую бурно, при высоких горизонтах, с образованием заторов. Динамическое воздействие крупных ледяных полей, плывущих порою со значительной скоростью, может привести к серьезным повреждениям и даже разрушению сооружений. Существенную роль играют также разбивка отверстия мостов на пролеты и размеры ледосбросных сооружений плотин. При недостаточных пролетах возможно образование заторов с весьма тяжелыми последствиями.

Поставленные задачи издавна привлекали к себе внимание многих исследователей как в СССР, так и за рубежом. Особенно интенсивно разрабатывались эти вопросы в последние годы.

Однако степень их разработки не может считаться достаточной. До последнего времени не были выяснены в полной мере физическая картина явления, механические свойства льда в период ледохода, роль трения, формы опоры в плане и профиле и ряд других вопросов.

В результате подобного положения действовавшие технические условия и нормы (ГОСТ 3440-46, ТУНМ-56) часто не отражали всей сложности явления и в некоторых случаях (например, при учете роли наклонной грани опоры) давали просто неправильные рекомендации.

Как нам представляется, подобное положение явилось следствием ряда обстоятельств. Строительство крупных гидросооружений в Сибири развернулось лишь в последние годы. Опоры мостов на сибирских железнодорожных линиях строились с весьма большими запасами прочности, пролеты мостов назначались значительными, в связи с чем случаи повреждения и разрушения опор были редкими. Кроме того, нельзя не учесть, что явления воздействия льда на сооружения весьма сложны и связаны с рассмотрением еще крайне мало разработанных проблем механики разрушения материалов.

В настоящее время при проектировании и строительстве крупных мостов и гидростанций на реках Сибири уже нельзя удовлетворяться существующими нормами и возникает необходимость их пересмотра.

2. Работа опор сооружений в период ледохода

На обширной территории Советского Союза имеются районы, весьма резко отличающиеся по своим климатическим особенностям, а следовательно, и по условиям весеннего ледохода рек. Большинство крупных

рек Сибири течет на север, в связи с чем плывущий лед большой толщины и прочности легко образует заторы. Поэтому наивысшие горизонты в году часто совпадают с ледоходом (или близки к их горизонтам), что ставит в особо неблагоприятные условия работу опор сооружений. Так как вскрытие рек Сибири в основном определяется механическим воздействием паводковой волны, то прочность льда в период весеннего ледохода остается еще большой. Площадь отдельных льдин достигает крупных размеров не только при подвижках, но и в период «редкого льда». Таким образом, весенний ледоход на многих реках Сибири представляет собой серьезный фактор, требующий детального учета при проектировании сооружений и особенно отдельно стоящих опор.

Натурные наблюдения за работой ледорезов мостовых опор и гидротехнических сооружений в Сибири, проведенные нами в 1934—1960 гг., кино съемка (и фотосъемка) процесса разрушения льда опорами сооружений в ледоходы 1954—1960 гг. позволили осветить физическую картину явления [1].

При встрече с ледяным покровом опора с вертикальной режущей гранью врезается в лед на некоторую небольшую величину (порядка 0,1—0,5 м), вызывая явление местного смятия и последующего разрушения. Характер разрушения льдины в основном определяется запасом ее кинетической энергии, а также формой, размерами и материалом тела опоры. Как показали наблюдения в природе, плотное соприкосновение ледяного покрова с опорой возможно лишь при ледяном покрове малой прочности, не опасном самом по себе. При сколько-нибудь прочном ледяном покрове ширина части опоры, воспринимающей давление льда, не превышает 0,5—0,8 наибольшей ширины опоры.

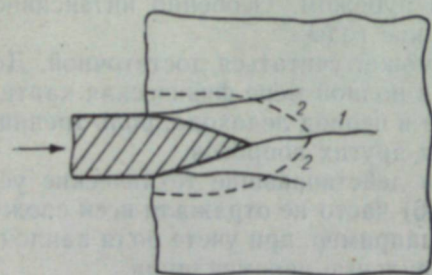


Рис. 1. Характер разрушения льда опорой с наклонной гранью.

При наличии наклона ледорезной грани к горизонту последняя как бы взрезает ледяное поле снизу, что способствует более успешному разрушению ледяного покрова от среза или изгиба, уменьшая возможность образования заторов. Разрушение от среза характерно для льда, сильно ослабленного процессами весеннего таяния.

Впереди режущей грани обычно возникают две или три опережающих трещины (1), выделяющих своеобразные ледяные консоли (2). Излом консолей происходит на расстоянии от опоры, равном 3—6 тол-

щинам льда. Ширина полосы, прорезаемой опорой в ледяном покрове, почти не превышает ширины опоры (рис. 1). Давление льда меняется во времени, колеблясь около некоторого среднего значения [2].

3. Механические свойства льда к периоду ледохода

Механические свойства льда определялись рядом авторов. Однако наблюдения в период весеннего ледохода немногочисленны. В последние годы предел прочности речного льда изгибу, срезу и раздроблению детально изучался Лабораторией ледотермики Сибирского отделения АН СССР на ледяных консолях и балках крупных размеров, вырезанных непосредственно в ледяном покрове и разрушавшихся без извлечения их из воды.

Испытания проводились под руководством автора И. П. Бутягиным [3, 4] по широкой программе, охватившей 461 образец, в том числе 4 крупных ледяных поля.

Эксперименты позволили заключить следующее:

а) К периоду весеннего ледохода предел прочности речного льда сжатию и изгибу значительно падает (в 1,5—3 раза).

б) На сопротивление льда внедрению опоры весьма существенно влияет явление местного смятия, способное увеличить возникающие силы взаимодействия в 2—2,5 раза. Как оказалось, предел прочности льда смятию связан с шириной льдины B , шириной площадки смятия b и пределом прочности сжатию $R_{сж}$ зависимостью

$$R_{см} = R_{сж} \sqrt[3]{\frac{B}{b}}. \quad (1)$$

Легко показать, что $R_{см}$ не может превышать значения $R_{сж}$ более чем в 2,5 раза.

в) Заметную роль играет скорость деформирования, с увеличением которой предел прочности речного льда сжатию падает, подчиняясь полученному из опыта соотношению

$$R_{сж} = \frac{R_1}{\sqrt[3]{v}}, \quad (2)$$

справедливого при скорости течения v , большей 0,1 м/сек. Здесь R_1 — предел прочности льда сжатию при статических условиях нагружения [5].

Подобный характер влияния скорости деформирования наблюдался также в опытах Пчелкина, Брауна и отмечен в опытах Латвэне-го (см. [5]).

г) При оценке прочности льда следует учитывать, что широко практикуемые испытания малых образцов льда (8×8, 10×10 см) позволяют получать лишь относительные значения предела прочности. С увеличением размеров образцов до значительных (площадь сечения 10—20 тыс. см²) и при испытании их в природе без извлечения из воды предел прочности льда изгибу уменьшается.

Для практических расчетов R может быть определен по приведенному на рис. 2 схематизированному графику, на котором выделены

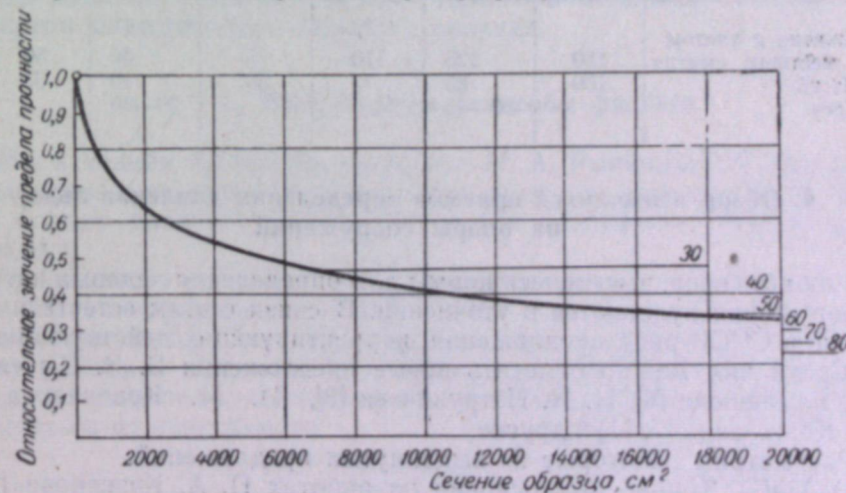


Рис. 2. Расчетные значения относительной прочности льда при толщине 30—80 см.

граничные участки, соответствующие толщине ледяного покрова от 30 до 80 см. Причина падения прочности с увеличением размеров образца заключается в наличии трещин, раковин, вызывающих концентрацию напряжений и разрушение образца.

д) Испытания прочности более 100 ледяных консолей на изгиб при температуре, близкой к 0°C, показали среднее значение предела прочности льда 43 т/м² при максимальном значении 104 т/м². При этом выяснено, что предел прочности льда изгибу несколько меньше предела прочности сжатию, что дает возможность ограничиться постановкой более простых испытаний на сжатие.

е) Испытания предела прочности трех крупных ледяных полей на водохранилище Новосибирской ГЭС показали, что прочность ледяного покрова снижается до 46 т/м² при крайних значениях от 34 до 54 т/м².

Общая схема разрушения соответствовала решению Б. В. Зылева [6], но ширина карты разрушения значительно (в 1,5—2 раза) отличается от рассчитанной.

ж) Опыты (на 73 образцах) по определению сопротивления речного льда внедрению штампов различного очертания показали большое влияние формы штампа (а следовательно, и формы опоры в плане) на сопротивление ледяного покрова. Поэтому следует учитывать влияние формы опоры путем введения предложенного в работе [7] коэффициента формы (m). Значение m для различных углов заострения опоры в плане (2 а) оказывается примерно следующим:

$$2\alpha = 45^\circ \quad 60^\circ \quad 70^\circ \quad 90^\circ \quad 120^\circ$$

$$m = 0,60 \quad 0,65 \quad 0,69 \quad 0,73 \quad 0,81.$$

Как видно, применение более острых опор весьма желательно.

з) В результате анализа вопроса можно предложить расчетные значения предела прочности речного льда (в т/м²), сведенные в табл. 1.

Таблица 1

Рекомендуемые значения предела прочности льда

| Характер взаимодействия | Реки севера Европейской части СССР и Сибири | | | Реки средней и южной полосы Европейской части СССР | | |
|---------------------------------|---|--------------------|--------------------|--|--------------------|--------------------|
| | $v = 0,5$ м/сек | $v = 1,0$ м/сек | $v = 1,5$ м/сек | $v = 0,5$ м/сек | $v = 1,0$ м/сек | $v = 1,5$ м/сек |
| Сжатие с учетом местного смятия | 150 | 125 | 110 | 75 | 60 | 50 |
| Изгиб | 100 | 85 | 75 | 50 | 40 | 35 |
| Срез | | 30—40 | | | 20—30 | |

4. Обзор имеющихся приемов определения давления льда на опоры сооружений

Как выяснено, имеющиеся нормы для определения ледовых нагрузок на сооружения нуждаются в уточнении. В связи с этим естественно появление в СССР ряда предложений, корректирующих действующие нормы. Среди них можно отметить новые предложения Б. В. Зылева [6], А. И. Гамаюнова [8], Н. Н. Петруничева [9], И. М. Коновалова [10], К. Н. Коржавина [7, 11] и другие.

Рассмотрим некоторые из выдвинутых предложений.

а) ГОСТ 3440-46 был основан на работах П. А. Кузнецова [12], в общем правильно оценившего физическую картину явления и роль отдельных факторов. Однако ГОСТ исходил из завышенной прочности

льда в период ледохода и в то же время не учитывал явления местного смятия и влияния скорости движения льдин. Кроме того, ГОСТ 3440-46 рассматривал опоры с углом заострения 90°, не давая решения для других форм опоры в плане. Наконец, ГОСТ 3440-46 исходил из неправильной предпосылки при определении давления льда на опору с наклонной гранью.

б) ТУПМ-56 также не учитывали влияния местного смятия и скорости движения льдины, приближенно оценивали форму режущей грани в плане.

Обращает внимание большое несоответствие между фактической величиной давления и требованиями ТУПМ-56. Эти требования, основанные на работах А. И. Гамаюнова, дают значительно заниженные значения величины давления для опор с наклонной режущей гранью и сильно завышенные для опор с вертикальной гранью.

Объясняется это, на наш взгляд, тем, что А. И. Гамаюнов при выводе своих формул исходил из теории деформации упругой изотропной пластины на упругом основании, что весьма далеко от действительной картины явления. Он допустил, что в зоне контакта опоры и льдины сохраняется распределение напряжений, предусмотренное решением задачи Фламана, что, как известно, не соответствует действительности. Ссылаясь на свои опыты, А. И. Гамаюнов утверждает, что явление местного смятия при радиусах штампа больше 20 см не имеет места, с чем нельзя, однако, согласиться. Если при раздроблении кубика лед может свободно деформироваться в стороны, то в зоне контакта опоры с крупным ледяным полем такая возможность затруднена и это неизбежно ведет к повышению предела прочности льда раздроблению. А. И. Гамаюнов принимает соотношение пределов прочности льда сжатием и изгибу, равное 2, что справедливо лишь для изотропного материала. Однако значительная анизотропия ледяного покрова к периоду вскрытия вызывает существенные отклонения в ту и другую сторону.

в) Б. В. Зылев в работе [6] рассмотрел ряд новых задач, впервые ввел учет силы трения между опорой и ледяным покровом, дал обстоятельный обзор состояния вопроса и разработал прием определения воздействия льда на опоры с наклонной режущей гранью. Однако Б. В. Зылев также исходил из теории изгиба упругой, изотропной, полубесконечной пластины на упругом основании, что мало соответствует физической картине явления, и не учитывал действия горизонтальной составляющей, во многом определяющей характер явления.

5. Предлагаемые способы расчета

Мы исходили из высказанного еще Н. А. Рыным [13] положения, что максимально возможное давление льда на сооружение не может быть больше давления, необходимого для разрушения льдины или ее останки.

Анализ этого вопроса с учетом физической картины явления позволил сделать следующие выводы [2, 7, 14].

А. При опорах с вертикальной режущей гранью.

а) Давление льда, возникающее при прорезании массивной опорой крупного ледяного поля, является наибольшим возможным и может подсчитываться по зависимости

$$P = K_p B h, \quad (3)$$

где B — ширина опоры;
 h — толщина льда;

K_p — коэффициент, учитывающий местные условия, определяемый по выражению

$$K_p = \frac{2,5 mkR_{сж}}{\sqrt[3]{v}} \quad (4)$$

Зависимость (3) учитывает форму опоры в плане m , неплотность соприкосновения K , скорость движения льдин v , предел прочности льда сжатию $R_{сж}$, явление местного сжатия [3,15]. Заметим, что для возникновения давления, подсчитанного по формуле (3), достаточно, чтобы опора врезалась в лед на полную ширину B . Как показывают подсчеты, для этого достаточно площадь льдины всего 500—600 м² при обычных скоростях движения льда и размерах опор.

б) Давление льда, возникающее при остановке ледяного поля площадью Ω , толщиной h , шедшего со скоростью v , у опоры, можно определить по зависимости

$$P = 0,68 v h \sqrt{\Omega R_{сж} m \operatorname{tg} \alpha}, \quad (5)$$

учитывающей форму опоры в плане, размеры льдин, скорость их движения и прочность льда.

Выражение (5) получено в предположении, что запас кинетической энергии льдины полностью затрачивается на работу по разрушению кромки ледяного поля. Принимая опору треугольного очертания в плане (угол заострения 2α) и учитывая явление местного смятия, а так же форму опоры в плане и неплотность соприкосновения, получим выражение (5).

Как показано в нашей работе [7], при определении давления на опоры с полуциркулярным очертанием их возможно рассматривать как треугольные с углом заострения 140°. Возможно также полное раскалывание малых льдин или частичное раскалывание льдин средних размеров. Как показали расчеты, при этом величина давления на опору будет всегда меньше величины усилия, возникающего при прорезании льдины.

Б. При опорах с наклонной режущей гранью.

При наличии наклона ледорезной грани к горизонту последняя как бы врезает ледяное поле снизу, чем способствует более успешному разрушению ледяного покрова, уменьшая возможность образования заторов. Как выяснилось, разрушение льдины при встрече с наклонным ребром ледореза может происходить от среза или изгиба.

К устройству наклонной грани массивных опор, учитывая значительное увеличение объема и стоимости работ, следует прибегать лишь в крайних случаях, каждый раз после детального обоснования.

Пренебрегая трением, можно считать, что при воздействии льда на наклонный ледорез возникают горизонтальная T и вертикальная V составляющие, в любой момент связанные между собой зависимостью

$$T = V \operatorname{tg} \beta_1 \quad (6)$$

где β_1 — угол наклона боковых граней ребра к горизонту (рис. 3).

При разрушении от среза или изгиба определяющей является величина вертикальной составляющей давления V . Разрушение от среза или изгиба происходит после того, как V достигнет предельного значения V_{\max} . Горизонтальная составляющая в этом случае может быть определена по зависимости

$$H_{\max} = 1,1 V_{\max} \operatorname{tg} \beta, \quad (7)$$

где коэффициентом 1,1 приближенно учитывается трение между опорой и льдиной, β — угол наклона режущего ребра к горизонту.

При крутых ледорезах ($\beta > 75-80^\circ$) разрушение может произойти от раздробления силой H раньше, чем вертикальное давление V достигнет величины, достаточной для разрушения ледяного покрова от среза или изгиба. Такие ледорезы не должны применяться.

Наблюдения за разрушением ледяного покрова при встрече с наклонными ледорезами указывают на возможность появления одной или нескольких опережающих трещин, идущих в радиальном направлении от опоры. Таким образом, характер напряженного состояния ледяного покрова неполностью соответствует расчетной схеме, принятой в задаче о местном изгибе тонкой упругой пластинки. В связи с этим мы нашли возможным рекомендовать приближенный метод определения давления льда на опору с наклонными ледорезами, основанный на фактической картине разрушения ледяного покрова.

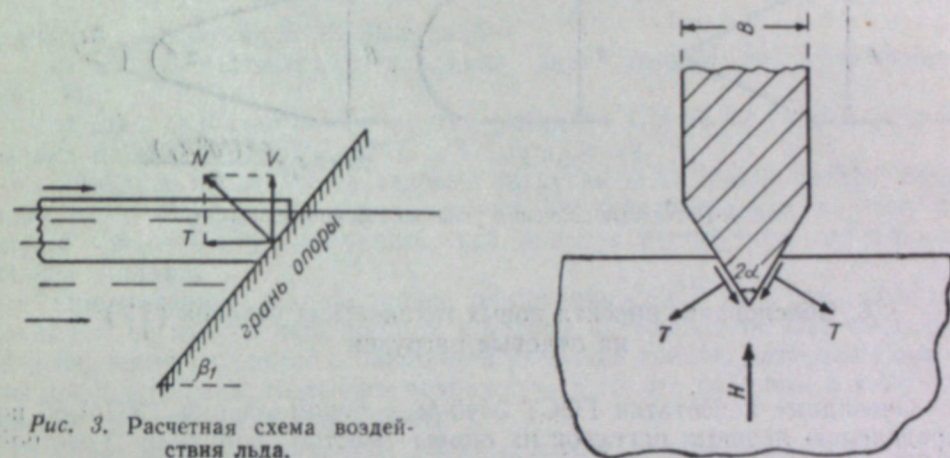


Рис. 3. Расчетная схема воздействия льда.

Анализ условий разрушения ледяного покрова от среза и изгиба позволил предложить [2] следующие зависимости для определения давления льда на опоры:

при разрушении от среза

$$H_{\max} = 1,1 B h R_{сж} \frac{K \operatorname{tg} \beta}{\sin \alpha}, \quad (8)$$

при разрушении от изгиба

$$H_{\max} = R_{сж} \operatorname{tg} \beta h^2 \left(\frac{B}{h} \right), \quad (9)$$

при разрушении от раздробления

$$H_{\max} = K_p B h. \quad (3)$$

Предлагаемые зависимости учитывают прочность льда, его толщину, а также размеры и форму опоры в плане и профиле. Кроме того, при определении усилия, возникающего при раздроблении льдины, учитывается влияние скорости течения.

Расчетные зависимости при срезе и изгибе сопоставлены с 13 наблюдениями в натуре и дали (в 11 случаях из 13) хорошее совпадение с опытом, что позволяет рекомендовать их для практического применения. Формулы (8) и (9) даны для опор треугольного очертания в плане с

углом заострения 2α . Как выяснено, решающее значение при этом имеет периметр, по длине которого ледяной покров соприкасается с режущей гранью.

В связи с этим для иных форм очертания опоры в плане рекомендуется следующий прием: а) опоры полуциркульного очертания возможно рассматривать как треугольные с углом заострения $2\alpha = 80^\circ$, что может быть получено из равенства периметров опор; б) опоры треугольного очертания шириной B с закруглением радиусом r возможно рассматривать как треугольные с углом заострения (рис. 4)

$$2\alpha = 2\alpha_1 + \frac{4r(40^\circ - \alpha_1^0)}{B} \quad (10)$$

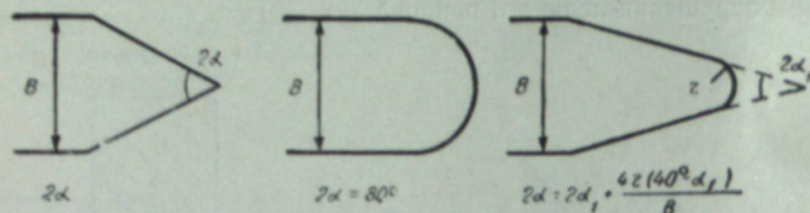


Рис. 4. Расчетные значения угла заострения опоры 2α .

6. Обоснование проекта новых технических условий (ТУ) на ледовые нагрузки

Очевидные недостатки ГОСТ 3440-46 и рекомендаций ТУПМ-56 по определению ледовых нагрузок на опоры мостов побудили Госстрой СССР к их пересмотру. Подготовка проекта новых ТУ была поручена Всесоюзному научно-исследовательскому институту гидротехники им. Б. Е. Веденеева в Ленинграде (ВНИИГ), который и представил его на рассмотрение Госстроя СССР в 1959 г. К сожалению, наши проработки, к тому времени широко опубликованные [2, 5, 7, 11, 14, 16, 17, 18], учтены не были и часть текста проекта новых ТУ, по сути дела, повторяла устаревшие положения ГОСТ 3440-46.

В связи с этим Госстрой возвратил ВНИИГ представленный им проект ТУ для переработки с учетом исследований, проведенных в Сибирском отделении Академии наук СССР и НИИЖТе.

В окончательной редакции новых ТУ на ледовые нагрузки (СН 76-59), утвержденных Госстроем СССР для применения при росте гидротехнических сооружений и мостов с I.IV.1960 г., наши предложения учтены.

а) По зависимости (3), в обозначениях, принятых СН 76-59, горизонтальная составляющая давления на опору с вертикальной гранью

$$H = \frac{2,5 mkR_{сж} B}{\sqrt[3]{v}} \quad (11)$$

Учитывая относительно небольшое влияние скорости движения льдины, входящей в выражение (11) в виде $\sqrt[3]{v}$, и принимая коэффициент неполноты соприкосновения $K=0,7$, получим

$$H = 1,75 mR_{сж} Bh \quad (12)$$

При редактировании СН 76-59 было признано удобным ввести предел прочности льда раздроблению с учетом местного смятия

$$R_p = 1,75 R_{сж} \quad (13)$$

после чего зависимость (11) приобретает вид

$$H = mR_p Bh, \quad (14)$$

принятый в ТУ.

б) Отметим, что более детальный учет влияния формы опоры в плане и значение коэффициента формы опоры m приняты по [7, 14].

в) Предел прочности речного льда раздроблению принят в соответствии с нашими проработками [7, 14, 19] и И. П. Бутягина [3].

г) Давление на опоры с наклонной ледорезной гранью принято в ТУ по упрощенной формуле

$$H = R_n h^2 \operatorname{tg} \beta \quad (15)$$

с учетом проработок Б. В. Зылева [6].

д) Раздел статического давления льда принят по проработкам ВНИИГ.

е) При редактировании других разделов СН 76-59 учтены предложения ВНИИГ, ЦНИИС, МТС и Гидропроекта.

Оценивая новые ТУ на ледовые нагрузки (СН 76-59), следует отметить, что они более обоснованно отражают действительную картину явления — фактическую прочность льда, явление местного смятия и форму опоры в плане.

Предлагаемое районирование территории СССР на 2 зоны несколько грубо, но может быть принято в первом приближении. При определении давления на опоры с наклонной режущей гранью повышены пределы прочности льда. Вызывает возражение и то, что давление в этом случае не связано с шириной опоры.

Опыт использования СН 76-59 и сопоставление данных расчета с фактическими наблюдениями позволяет внести в дальнейшем необходимые коррективы.

7. Новый способ определения давления льда на опоры в натуре

Для корректировки в дальнейшем ТУ весьма желательны определения давления льда в натуре. Существовавшие до сих пор способы требовали относительно дорогого и сложного оборудования и поэтому не нашли широкого применения на практике.

Крупное ледяное поле площадью Ω двигается со скоростью v_d , вообще говоря несколько отличной от скорости течения v_b . При встрече с опорой ледяное поле прорезается ею, что сопровождается уменьшением скорости движения льдины. Используя эти зависимости, мы предложили [14, 16, 18] натурный метод определения давления льда в случае прорезания крупной льдины опорой. Способ может быть назван кинематическим.

Предлагаемый способ определения давления льда в натуре весьма прост и позволяет без сложного оборудования определить фактическое давление льда на опоры различных размеров, формы и материала. Еще более удобно применить кино съемку процесса разрушения крупной льдины опорой (как это было сделано нами в 1954—1958 гг.), что позволит получить данные, необходимые для расчета. В 1959 и 1960 гг. аспирантом В. К. Моргуновым предложена новая аппаратура для фиксирования

углом заострения 2α . Как выяснено, решающее значение при этом имеет периметр, по длине которого ледяной покров соприкасается с режущей гранью.

В связи с этим для иных форм очертания опоры в плане рекомендуется следующий прием: а) опоры полуциркулярного очертания возможно рассматривать как треугольные с углом заострения $2\alpha = 80^\circ$, что может быть получено из равенства периметров опор; б) опоры треугольного очертания шириной B с закруглением радиусом r возможно рассматривать как треугольные с углом заострения (рис. 4)

$$2\alpha = 2\alpha_1 + \frac{4r(40^\circ - \alpha_1^0)}{B} \quad (10)$$

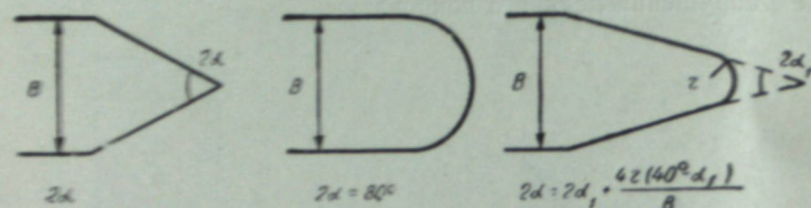


Рис. 4. Расчетные значения угла заострения опоры 2α .

6. Обоснование проекта новых технических условий (ТУ) на ледовые нагрузки

Очевидные недостатки ГОСТ 3440-46 и рекомендаций ТУПМ-56 по определению ледовых нагрузок на опоры мостов побудили Госстрой СССР к их пересмотру. Подготовка проекта новых ТУ была поручена Всесоюзному научно-исследовательскому институту гидротехники им. Б. Е. Веденеева в Ленинграде (ВНИИГ), который и представил его на рассмотрение Госстроя СССР в 1959 г. К сожалению, наши проработки, к тому времени широко опубликованные [2, 5, 7, 11, 14, 16, 17, 18], учтены не были и часть текста проекта новых ТУ, по сути дела, повторяла устаревшие положения ГОСТ 3440-46.

В связи с этим Госстрой возвратил ВНИИГ представленный им проект ТУ для переработки с учетом исследований, проведенных в Сибирском отделении Академии наук СССР и НИИЖТе.

В окончательной редакции новых ТУ на ледовые нагрузки (СН 76-59), утвержденных Госстроем СССР для применения при росте гидротехнических сооружений и мостов с 1.IV.1960 г., наши предложения учтены.

а) По зависимости (3), в обозначениях, принятых СН 76-59, горизонтальная составляющая давления на опору с вертикальной гранью

$$H = \frac{2,5 mk R_{сж} B}{\sqrt[3]{v}} \quad (11)$$

Учитывая относительно небольшое влияние скорости движения льдины, входящей в выражение (11) в виде $\sqrt[3]{v}$, и принимая коэффициент неполноты соприкосновения $K=0,7$, получим

$$H = 1,75 m R_{сж} B h. \quad (12)$$

При редактировании СН 76-59 было признано удобным ввести предел прочности льда раздроблению с учетом местного смятия

$$R_p = 1,75 R_{сж} \quad (13)$$

после чего зависимость (11) приобретает вид

$$H = m R_p B h, \quad (14)$$

принятый в ТУ.

б) Отметим, что более детальный учет влияния формы опоры в плане и значение коэффициента формы опоры m приняты по [7, 14].

в) Предел прочности речного льда раздроблению принят в соответствии с нашими проработками [7, 14, 19] и И. П. Бутягина [3].

г) Давление на опоры с наклонной ледорезной гранью принято в ТУ по упрощенной формуле

$$H = R_n h^2 \operatorname{tg} \beta \quad (15)$$

с учетом проработок Б. В. Зылева [6].

д) Раздел статического давления льда принят по проработкам ВНИИГ.

е) При редактировании других разделов СН 76-59 учтены предложения ВНИИГ, ЦНИИС, МТС и Гидропроекта.

Оценивая новые ТУ на ледовые нагрузки (СН 76-59), следует отметить, что они более обоснованно отражают действительную картину явления — фактическую прочность льда, явление местного смятия и форму опоры в плане.

Предлагаемое районирование территории СССР на 2 зоны несколько грубо, но может быть принято в первом приближении. При определении давления на опоры с наклонной режущей гранью завышены пределы прочности льда. Вызывает возражение и то, что давление в этом случае не связано с шириной опоры.

Опыт использования СН 76-59 и сопоставление данных расчета с фактическими наблюдениями позволяет внести в дальнейшем необходимые коррективы.

7. Новый способ определения давления льда на опоры в натуре

Для корректировки в дальнейшем ТУ весьма желательны определения давления льда в натуре. Существовавшие до сих пор способы требовали относительно дорогого и сложного оборудования и поэтому не нашли широкого применения на практике.

Крупное ледяное поле площадью Ω движется со скоростью v_d , вообще говоря несколько отличной от скорости течения v_0 . При встрече с опорой ледяное поле прорезается ею, что сопровождается уменьшением скорости движения льдины. Используя эти зависимости, мы предложили [14, 16, 18] натурный метод определения давления льда в случае прорезания крупной льдины опорой. Способ может быть назван кинематическим.

Предлагаемый способ определения давления льда в натуре весьма прост и позволяет без сложного оборудования определить фактическое давление льда на опоры различных размеров, формы и материала. Еще более удобно применить кино съемку процесса разрушения крупной льдины опорой (как это было сделано нами в 1954—1958 гг.), что позволит получить данные, необходимые для расчета. В 1959 и 1960 гг. аспирантом В. К. Моргуновым предложена новая аппаратура для фиксации

скорости движения льдин и их размеров, позволяющая получить несколько большие удобства при определении фактического давления на опоры мостов.

8. Опыт определения фактического давления льда на опоры мостов

В 1954—1960 гг. в Сибири под нашим руководством произведено определение давления льда на опоры нескольких сооружений в 15 случаях. Наблюдения подтвердили, что давление льда на опоры сооружений сильно меняется во времени.

После встречи с опорой давление растёт, а затем резко падает после образования трещин и скола. Этот процесс периодически повторяется, в связи с чем график изменения давления льда на опору со временем приобретает пилообразный характер.

Кроме того, удалось использовать наблюдения, проведенные еще в 1933 г., над прорезанием крупного ледяного поля размером 600×130 м, ударившегося о пять опор моста с наклонными ледорезными гранями. Наконец, были привлечены данные А. М. Рябухо [20], проанализировавшего случай деформации опоры одного из мостов в Китае под воздействием принесенного ветром крупного ледяного поля; повреждение произошло при температуре воздуха -20°C в декабре 1955 г. Рассматривая сдвиг одной части опоры относительно другой, А. М. Рябухо оценил силу давления льда в 300 т на опору диаметром 4,1 м.

Таким образом, мы располагаем данными по величине фактического давления в 16 случаях, в том числе 9 случаев с опорами с наклонной режущей гранью. Характеристика размеров ледяных полей и опор, величина фактического и расчетного давления льда приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сопоставление фактического давления льда с расчетным

| Данные | Ед. изм. | Год наблюдения | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|----------------|------|------|------|------|------|
| | | 1933 | 1954 | 1955 | 1959 | 1956 | 1960 |
| Число ледяных полей | | 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 4 |
| Площадь ледяного поля | тыс. м ² | 15,6 | 2,5 | 24,0 | 0,7 | 3,6 | 3,6 |
| Толщина льда | м | 0,98 | 0,50 | 0,90 | 0,85 | 0,50 | 0,70 |
| Размеры и форма опоры | | | | | | | |
| b_0 — наибольшая ширина | м | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,0 | 7,7 | 3,4 |
| r — радиус закругления | м | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 2,0 | — | 0,6 |
| β — угол наклона | град. | 57 | 57 | 57 | 45 | 90 | 90 |
| 2α — угол заострения | град. | 46 | 46 | 46 | 80 | 115 | 88 |
| Фактическое давление | т | 46 | 18 | 47 | 15 | 63 | 28 |
| Расчетное давление | | | | | | | |
| по ГОСТ 3440-46 | т | 304 | 156 | 280 | 170 | 178 | 238 |
| > ТУПМ-47 | т | 152 | 78 | 140 | 85 | 192 | 119 |
| > ТУПМ-56 | т | 27 | 9 | 24 | 23 | 137 | 62 |
| > СН 76-59 | т | 95 | 25 | 80 | 46 | 137 | 79 |
| > Зылеву | т | 203 | 55 | 165 | 96 | — | — |
| > Коржавину | т | 78 | 40 | 72 | 27 | 108 | 70 |

Примечание. Прочность льда в 1954 и 1960 гг. была пониженной, в остальные годы — средней.

Анализируя приведенные в табл. данные, считаем возможным сделать следующие замечания:

1. Новые технические условия на ледовые нагрузки (СН 76-59) дают величину давления льда на опоры мостов значительно меньшую, чем ТУПМ-47 и ГОСТ 3440-46, что приводит к снижению неоправданных затрат.

2. Новые нормы исправляют ошибочные рекомендации ТУПМ-56 для опор с наклонными гранями, повышая величину расчетного давления.

3. Определенные по СН 76-59 ледовые нагрузки, как правило, несколько выше наблюдаемых в натуре. Такое положение следует считать нормальным, тем более, что ряд наблюдений проводился над льдом, ослабленным процессами весеннего таяния.

4. Давление ледяного поля в Китае произошло зимой, при температуре воздуха -20°C . Поэтому правильнее в этом случае учесть повышенную прочность льда путем перехода от температур, близких к 0° , к температуре -20°C . Оценивая коэффициент перехода по данным Б. П. Вейнберга [21] в 0,60, имеем:

$$H = mR_p B h = 0,9 \cdot \frac{150}{0,60} \cdot 4,1 \cdot 0,4 = 369 \text{ т,}$$

что несколько превышает фактическое давление в 300 т. Естественно, что СН 76-59 не рассчитаны на случай «зимнего» ледохода и такие отклонения оправданы.

В заключение отметим, что СН 76-59 расширили круг факторов, учитываемых при расчете ледовых нагрузок, но тем не менее нуждаются в совершенствовании. В частности, следует уменьшить расчетную прочность льда для опор с наклонными гранями и ввести учет ширины опоры в этом случае.

Дальнейшая разработка вопроса должна вестись в направлении изучения фактической величины давления льда на опоры сооружений, что позволит внести обоснованные коррективы в нормы, уточнить районирование СССР по величине давления льда и рекомендовать наиболее целесообразные конструкции сооружений, воспринимающих давление льда.

Необходимо теснее координировать усилия научно-исследовательских организаций, работающих в области определения давления льда на сооружения, и организовать более широкий обмен результатами исследований.

Транспортно-энергетический институт
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
15/VII 1961

ЛИТЕРАТУРА

- К. Н. Коржавин, О рациональном типе мостовой опоры в условиях ледохода сибирских рек. Тр. НИИЖТ, вып. VII. Новосибирск, 1949.
- К. Н. Коржавин, Влияние угла наклона ледорезной грани опор моста на величину давления льда. Тр. ТЭИ ЗСФАН СССР, вып. V. Новосибирск, 1955.
- И. П. Бутягин, О прочности ледяного покрова при изгибе. Тр. ТЭИ ЗСФАН СССР, вып. V. Новосибирск, 1955.
- Вопросы ледотермики. Тр. ТЭИ СО АН СССР, вып. XI. Новосибирск, 1961.
- К. Н. Коржавин, Влияние скорости деформирования на величину предела прочности речного льда при его сжатии. Тр. НИИЖТ, вып. XI. Новосибирск, 1955.
- Б. В. Зылев, Давление льда на наклонные ледорезы. Тр. МИИТ, вып. 74. М., 1950.
- К. Н. Коржавин, Воздействие льда на опоры мостов. М., 1951.
- А. И. Гамаюнов, О статическом давлении льда на опоры мостов. Л., 1954.

9. Н. Н. Петруничев, О динамическом давлении льда. Сб. «Ледотермические вопросы и гидроэнергетика». М.-Л., 1954.
10. И. М. Коновалов, К. С. Емельянов, Н. Н. Орлов, Основы ледотехники речного транспорта, М.-Л., 1952.
11. К. Н. Коржавин, Опыт определения фактического давления льда на опоры мостов. Тр. ТЭИ ЗСФАН СССР, № 7, 1958.
12. П. А. Кузнецов, Действие льда на сооружения морских портов и защита от него. Л., 1939.
13. Н. А. Рынин, Ледорезы. СПб, 1903.
14. К. Н. Коржавин, Воздействие льда на опоры мостов и гидротехнических сооружений. Тр. ТЭИ ЗСФАН СССР, вып. V. Новосибирск, 1955.
15. К. Н. Коржавин, Работа ледорезов мостовых опор в условиях ледохода сибирских рек. Тр. НИИЖТ, вып. III. Томск, 1938.
16. К. Н. Коржавин, Новый метод определения фактического давления льда. Тр. ТЭИ ЗСФАН СССР, № 7, 1958.
17. К. Н. Коржавин, К вопросу о величине фактического давления льда на опоры мостов. Изд. НИИЖТ, 1958.
18. К. Н. Коржавин, Определение фактического давления льда на опоры мостов. Транспортное строительство, № 12, 1958.
19. К. Н. Коржавин, Механические свойства речного льда. Тр. НИИЖТ, т. IV, 1940.
20. А. М. Рябухо, К вопросу проектирования опор мостов через водохранилища. Новосибирск, 1960.
21. Б. П. Вейнберг, Лед. М.-Л., 1940.

А. К. ДЮНИН

ОБЩИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДВУХФАЗНЫХ ПОТОКОВ

Ф. И. Франкль впервые составил систему общих дифференциальных уравнений двухфазного турбулентного потока с твердой зернистой фазой, заложив тем самым фундамент подлинной теории вопроса [1, 2, 3]. Преимущество уравнений Ф. И. Франкля в том, что они, будучи обобщением уравнений О. Рейнольдса, непосредственно выводятся из интегральных представлений и законов механики. Жидкость и твердые частицы рассматривались несжимаемыми, и возможность межфазовых переходов (горение, испарение, конденсация) не учитывалась. Поэтому у Ф. И. Франкля получились уравнения, разделенные по фазам. Твердые частицы считались недеформируемыми.

Кроме того, Ф. И. Франкль неявно пренебрегал корреляциями $\overline{s''v''}$, $\overline{s''v_s''}$, где s'' , v'' , v_s'' — пульсации соответственно признака существования примесей и скоростей среды и примесей. Рассматриваемые в данной статье динамические уравнения двухфазных потоков свободны от указанных ограничений, кроме условия несжимаемости.

При наличии межфазовых переходов разделение фаз неправомерно и обе фазы надо рассматривать совместно. Например, уравнение переноса массы выводится так. Выбирается произвольная область Ω с конечной поверхностью S . Если двухфазная система несжимаема, то баланс массы выразится очевидным соотношением:

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} [\rho_s s' + \rho(1-s')] d\Omega = - \int_S [\rho_s s' \bar{v}_s + \rho(1-s') \bar{v}] \cdot \bar{n} dS, \quad (1)$$

где t — время;

\bar{v} , \bar{v}_s — векторы мгновенных скоростей соответственно жидких и твердых частиц;

ρ , ρ_s — массовые плотности жидких и твердых частиц;

\bar{n} — внешний орт нормали к поверхности S ;

s' — признак, равный единице внутри твердого вещества; вне твердых частиц $s'=0$.

Векторы \bar{v} и особенно \bar{v}_s не обязательно должны быть непрерывными функциями. Они могут, как и s' , изменяться мгновенно, например, в результате соударений.

При межфазовых переходах плотности ρ и ρ_s должны, вообще говоря, претерпевать изменения, которые нетрудно учесть в дальнейших выкладках. Но в большинстве приложений этими изменениями можно пренебречь, считая $\rho \cong \text{const}$, $\rho_s \cong \text{const}$.

Осреднение делается по пространству и по времени в некоторой области постоянной формы и постоянных размеров Ω_A и в постоянном временном интервале $2\Delta t$. Интегрируя (1) по четырехмерному цилиндру

$2\Omega_A \Delta t$ и замечая, что постоянство границ области интегрирования позволяет вынести оператор $\frac{\partial}{\partial t}$ за знак интегрирования, делим результаты на $2\Omega_A \Delta t$ и пишем:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} \left[\rho_s \frac{\int_{\Omega_A, t} s' d\Omega_A d\tau}{2\Omega_A \Delta t} + \rho \frac{\int_{\Omega_A, t} (1-s') d\Omega_A d\tau}{2\Omega_A \Delta t} \right] d\Omega = \\ & = - \int_{\Omega} \left[\rho_s \frac{\int_{\Omega_A, t} s' \bar{v}_s d\Omega_A d\tau}{2\Omega_A \Delta t} + \rho \frac{\int_{\Omega_A, t} (1-s') \bar{v}' d\Omega_A d\tau}{2\Omega_A \Delta t} \right] \cdot \bar{n} dS, \end{aligned}$$

где τ — переменное время в пределах интервала $2 \Delta t$. Осредненные величины типа

$$\bar{f} = \frac{\int_{\Omega_A, t} f' d\Omega_A d\tau}{2\Omega_A \Delta t} \quad (2)$$

и их производные по координатам и по времени, как показано Ф. И. Франклем, непрерывны [1]. Поэтому оператор $\frac{\partial}{\partial t}$ можно теперь переставить под знак интеграла по произвольной области Ω . Следовательно, применив преобразование Гаусса-Остроградского, получим:

$$\rho_s \frac{\partial \bar{s}'}{\partial t} + \rho_s \nabla \cdot \overline{s' \bar{v}_s} + \rho \frac{\partial}{\partial t} (1 - \bar{s}') + \rho \nabla \cdot \overline{(1-s') \bar{v}'} = 0. \quad (3)$$

Аналогично выводятся уравнения переноса импульса для обеих фаз:

$$\begin{aligned} & \rho_s \frac{\partial}{\partial t} \overline{s' \bar{v}_s} + \rho_s (\nabla \cdot \overline{s' \bar{v}_s}) \bar{v}_s + \rho \frac{\partial \overline{(1-s') \bar{v}'}}{\partial t} + \\ & + \rho [\nabla \cdot \overline{(1-s') \bar{v}'}] = \nabla \cdot \bar{P}' + \rho_s \overline{s' \bar{X}'_s} + \rho \overline{(1-s') \bar{X}'}, \end{aligned} \quad (4)$$

где P' — тензор мгновенных молекулярных напряжений, считающийся непрерывным внутри твердой и жидкой фаз;

\bar{X}'_s, \bar{X}' — мгновенные массовые силы, приходящиеся на единицу массы.

Здесь силы взаимодействия между средой и твердыми частицами отпадают как внутренние. Поскольку масса и импульс являются всегда сохраняющимися субстанциями, в (1) и (2) не входят члены, зависящие от соударений твердых частиц. Влияние соударений может сказаться лишь на энергетических уравнениях.

Выделим в (3) и (4) осредненные величины и корреляции пульсаций.

Ф. И. Франкль использовал понятия осреднения по жидкому объему f^* и по твердому объему f_s^* :

$$f^* = \frac{\overline{f' (1-s')}}{1 - \bar{s}'}; \quad f_s^* = \frac{\overline{f'_s s'}}{\bar{s}'}. \quad (5)$$

Такое осреднение корректно только при отсутствии пульсаций концентрации примесей.

При подстановках

$$f' = f^* + f''; \quad f'_s = f_s^* + f_s''; \quad s' = \bar{s}' + s'',$$

где f'', f_s'', s'' — пульсации соответствующих величин, мы не получаем (5), не имея права пренебрегать корреляциями $\overline{f'' s''}$ и $\overline{f_s'' s''}$.

Вводим осреднения по объемам фаз в форме:

$$f^* = \frac{\bar{f}'}{1 - \bar{s}'}; \quad f_s^* = \frac{\bar{f}'_s}{\bar{s}'}. \quad (6)$$

Смысл (6) таков: если величины, присущие только твердой или жидкой фазе, осредняются по всему объему Ω_A , то, чтобы отнести результат лишь к данной фазе, надо его разделить на \bar{s}' или $(1 - \bar{s}')$, т. е. отнести его к средним за период $2 \Delta t$ объемам $\bar{\Omega}'_s$ или $\Omega_A - \bar{\Omega}'_s$, где $\bar{\Omega}'_s$ — мгновенный объем твердого внутри области осреднения Ω_A . Множители s' и $1 - s'$ в (5) излишни, так как величина f'_s и без того имеет место только в объеме Ω'_s , а величина f' — в объеме $\Omega_A - \Omega'_s$.

Выясним теперь смысл осреднения произведений $\overline{f'_s s'}$ и $\overline{f' (1-s')}$. Условимся впредь обозначать осредненные величины \bar{s}' , f^* и f_s^* через s , f , f_s , опуская скобки и индексы. Имеем:

$$\left. \begin{aligned} s' &= \bar{s}' + s'' = s + s'', \\ f'_s &= f_s + f_s'' = \frac{\bar{f}'_s}{s} + f_s'', \\ f' &= f + f'' = \frac{\bar{f}'}{1-s} + f''. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Подставляя (7) в (2) и (6), получаем опять s, f_s, f , причем все осреднения сводим фактически к одному типу (2).

Подставив $\overline{f'_s s'}$ и $\overline{f' (1-s')}$ в (2), будем иметь:

$$\overline{f'_s s'} = \bar{f}'_s + \overline{f_s'' s''} = s f_s + \overline{f_s'' s''}, \quad (8)$$

$$\overline{f' (1-s')} = \bar{f}' - \overline{f'' s''} = (1-s) f - \overline{f'' s''}. \quad (9)$$

Рассмотрим, например, (8). Заметим, что

$$\int_{\Omega_A} s' d\Omega_A = \Omega'_s,$$

Следовательно,

$$s' d\Omega_A = d\Omega'_s.$$

Если t_0 — момент в середине интервала $2 \Delta t$, то

$$\Omega'_s(t + \Delta\tau) = \Omega_s(t_0) + \Omega'_s(t_0, \Delta\tau), \quad s = \frac{\Omega_s}{\Omega_A},$$

где τ — текущее время;

Ω_s — осредненный по времени объем твердой фазы в области Ω_A ,
 Ω'_s — пульсация мгновенного объема твердой фазы в области Ω_A .

Последовательность осреднения $\widehat{f_s s'}$ такова:

$$\begin{aligned} \widehat{f_s s'} &= \frac{\int \int_{\Omega_A} f_s' d\Omega_A d\tau}{\int \int_{\Omega_A} d\Omega_A d\tau} = \\ &= \frac{\frac{\widehat{f_s}}{s} \int \int_{\Omega_A} d\Omega_A d\tau + \int \left[\int_{\Omega_A} \frac{f_s' d\Omega_s'}{\Omega_s'} \right] (\Omega_s + \Omega_s') d\tau}{2\Omega_A \Delta t} = \\ &= s f_s + \frac{1}{2\Omega_A \Delta t} \int f_s' \text{cp} \Omega_s' d\tau. \end{aligned} \quad (10)$$

Мгновенная пульсация $f_s' \text{cp}$ является средней в объеме Ω_s' . Ясно, что знаки $f_s' \text{cp}$ и Ω_s' совершенно независимы. Возвращаясь к (8), видим, что

$$\widehat{f_s s''} = \frac{1}{2\Omega_A \Delta t} \int f_s' \text{cp} \Omega_s' d\tau \neq 0, \quad (11)$$

Аналогично получаем

$$\widehat{f''(1-s'')} = -\frac{1}{2\Omega_A \Delta t} \int f_s' \text{cp} \Omega_s' d\tau \neq 0, \quad (12)$$

где мгновенная пульсация $f_s' \text{cp}$ средняя в объеме $\Omega_A - \Omega_s'$. Развернем теперь выражения (3) и (4), используя (2), (6), (8), (9):

$$\begin{aligned} \rho \left[\frac{\partial(1-s)}{\partial t} + \nabla \cdot (1-s) \bar{v} - \nabla \cdot \bar{K}_w \right] &= \\ &= -\rho_s \left(\frac{\partial s}{\partial t} + \nabla \cdot s \bar{v}_s + \nabla \cdot \bar{K}_s \right); \quad (13) \\ \rho(1-s) \left[\frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + (\bar{v} \cdot \nabla) \bar{v} \right] + \rho_s s \left[\frac{\partial \bar{v}_s}{\partial t} + (\bar{v}_s \cdot \nabla) \bar{v}_s \right] - \\ - \rho \left(\frac{\partial}{\partial t} \bar{K}_w - \bar{v} \nabla \cdot \bar{K}_w \right) + \rho_s \left(\frac{\partial}{\partial t} \bar{K}_s - \bar{v}_s \nabla \cdot \bar{K}_s \right) + \bar{K} &= \\ = \rho(1-s) (\bar{g} + \bar{\varepsilon}) + \rho_s s (\bar{g} + \bar{\varepsilon}_s) - \nabla \cdot \Pi - \rho \nabla \cdot T - \rho_s \nabla \cdot T_s, \quad (14) \end{aligned}$$

где \bar{g} , $\bar{\varepsilon}$, $\bar{\varepsilon}_s$ — ускорения сил тяжести и негравитационных массовых сил, пульсациями которых мы пренебрегаем;

$$\bar{K} = (\bar{v}_s - \bar{v}) \rho_s \left(\frac{\partial s}{\partial t} + \nabla \cdot s \bar{v}_s + \nabla \cdot \bar{K}_s \right), \quad (15)$$

$$\bar{K}_w = \widehat{s'' \bar{v}_s},$$

$$\bar{K}_s = \widehat{s'' \bar{v}_s};$$

\bar{K} — сублимационный вектор; при $s''=0$ он превращается в выведенное С. Г. Телетовым выражение для изменения импульса вследствие межфазовых переходов, при испарении, конденсации или сгорании твердых частиц [4];

T , T_s — осредненные тензоры добавочных напряжений, вызванных перемешиванием жидких и твердых частиц.

$$T_{ik} = (1-s) \widehat{v_i v_k} - v_i \cdot \widehat{v_k s''} - s'' v_i \cdot v_k - s'' v_i v_k, \quad (16)$$

$$T_{sik} = s \widehat{v_{si} v_{sk}} + v_{si} \cdot \widehat{v_{sk} s''} + s'' v_{si} \cdot v_{sk} + s'' v_{si} v_{sk}. \quad (17)$$

$i, k=1, 2, 3.$

Если сублимационный вектор \bar{K} равен нулю, то четыре уравнения (13) и (14) распадаются на восемь отдельных уравнений, по четыре для каждой фазы. Тогда непрерывный тензор Π' в разделенных уравнениях переноса импульса (4) будет связан с признаками s' и $1-s'$, т. е. к твердой фазе перейдет часть $s' \Pi'$, а к жидкой фазе — часть $(1-s') \Pi'$. При отсутствии межфазовых переходов получим, следовательно, уравнения:

для жидкой фазы

$$\rho \frac{\partial(1-s)}{\partial t} + \rho \nabla \cdot (1-s) \bar{v} = \rho \nabla \cdot \bar{K}_w, \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial}{\partial t} (1-s) \bar{v} - \rho \frac{\partial}{\partial t} \bar{K}_w + \rho [\nabla \cdot (1-s) \bar{v}] v = \\ = \rho(1-s) (\bar{g} + \bar{\varepsilon}) - \rho \nabla \cdot T - (1-s) \nabla \cdot \Pi + \bar{E}; \quad (19) \end{aligned}$$

для твердой фазы

$$\rho_s = \frac{\partial s}{\partial t} + \rho_s \nabla \cdot s \bar{v}_s = -\rho_s \nabla \cdot \bar{K}_s, \quad (20)$$

$$\begin{aligned} \rho_s \frac{\partial}{\partial t} s \bar{v}_s + \rho_s \frac{\partial}{\partial t} \bar{K}_s + \rho_s (\nabla \cdot s \bar{v}_s) \bar{v}_s = \\ = \rho_s s (\bar{g} + \bar{\varepsilon}_s) - \rho_s \nabla \cdot T_s - s \nabla \cdot \Pi - \bar{E}, \quad (21) \end{aligned}$$

где

$$\bar{E} = \widehat{s'' \nabla \cdot \Pi''}.$$

Уравнения (18—20) отличаются от уравнений Ф. И. Франкля наличием векторов \bar{K}_w и \bar{K}_s , появление которых неизбежно, так как у нас нет никаких оснований пренебрегать пульсациями концентрации твердых частиц.

Вектор \bar{E} имеет, как и у Ф. И. Франкля, смысл силы взаимодействия между частицами обеих фаз.

Уравнения (13) и (14) получаются вполне строго при весьма общих исходных предположениях: жидкость и твердые частицы предполагаются несжимаемыми (но не недеформируемыми), тензор Π' считается непрерывным для обеих фаз. В сущности, твердые частицы могут быть заменены здесь жидкими с плотностью, отличающейся от плотности среды. Допускаются межфазовые переходы. На движение фазовых компонент не налагается никаких ограничений, кроме приближенного постоянства плотности компонент. Последнее ограничение может быть легко снято.

Уравнение (20) является прототипом уравнения диффузии примесей В. Шмидта [5], положенного в основу современной диффузионной теории движения взвешенных наносов.

Транспортно-энергетический институт
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
3/II 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. И. Франкль, К теории движения взвешенных наносов. ДАН СССР, т. 92, № 2, 1953.
2. Ф. И. Франкль, Уравнение энергии для движения жидкостей со взвешенными наносами. ДАН СССР, т. 102, № 5, 1955.
3. Ф. И. Франкль, О системе уравнений движения взвешенных наносов. Сб. ст. «Исследования максимального стока, волнового воздействия и движения наносов». Изд. АН СССР, М., 1960.
4. С. Г. Телетов, Вопросы гидродинамики двухфазных смесей. Вестник МГУ, сер. мат., мех., астр., физ., хим., № 2, 1958.
5. W. Schmidt, Der Massenaustausch in freier Luft und verwandte Erscheinungen. Hamburg, 1925.

З. Г. КАГАНОВ

ЕМКОСТНЫЕ СВЯЗИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ С ДВУХРЯДНЫМИ ОБМОТКАМИ

В эксплуатации находится значительное количество электрических машин с катушечными обмотками, проводники которых уложены по ширине паза в два ряда (рис. 1). Вычисление емкостных параметров этих обмоток, в случае выполнения их из прямоугольной меди, может быть произведено на основании следующих соображений.

Частичные емкости отдельного витка относительно корпуса вычисляются так же, как и для обмоток из прямоугольной меди, имеющих один виток по ширине паза, т. е. по формуле плоского конденсатора с поправкой на краевой эффект (5—8%). Емкость секции относительно корпуса равна сумме этих частичных емкостей [1, 2].

Для обмоток, указанных на рис. 1, можно пренебрегать «диагональными» емкостными связями, поскольку они значительно меньше «прямых» (вертикальных или горизонтальных). Теоретическая и экспериментальная проверка этого допущения на модели из «четверки» проводников показывает, что погрешность не превышает 3%.

Частичные емкости меж-

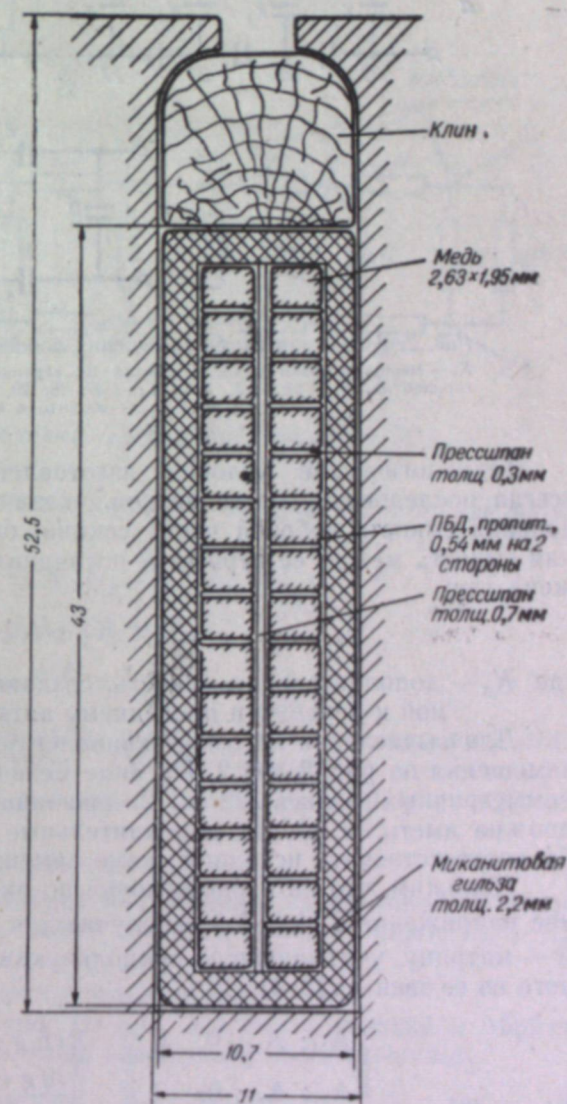


Рис. 1. Разрез паза двигателя 68 квт, 3,15 кв, 585 об/мин. Обмотка однослойная, катушечная.

ду витками, смежными по вертикали K_1 и смежными по горизонтали K_2 (рис. 2), также вычисляются по формуле плоского конденсатора с поправками на краевой эффект: для K_1 — 10%, для K_2 — 15% [1]. Влияние «дальних связей», т. е. взаимных емкостей между несмежными витками учитывается эмпирическими коэффициентами (см. ниже).

В отличие от машин с однорядным расположением витков в пазу продольную емкость секции следует определять как эквивалентную емкость между ее первым и последним витками. Вполне естественно, что схемы замещения для лобовой и пазовых частей секции окажутся различными, что вызовет различия в методах определения эквивалентных продольных емкостей.

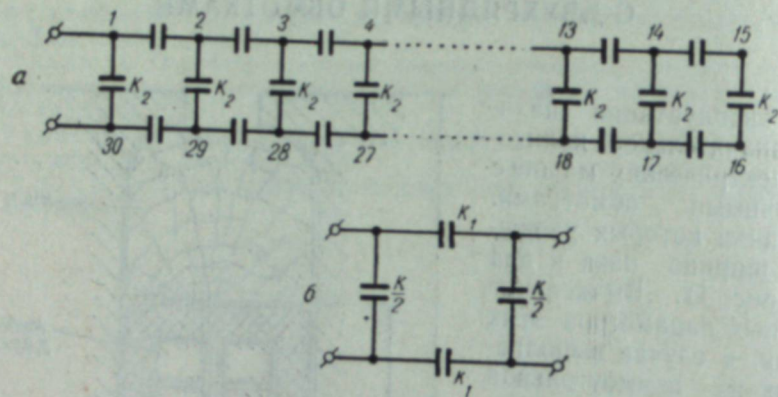


Рис. 2. Емкостная схема замещения лобовой части секции по рис. 1: K_1 — междувитковая емкость, считая по вертикальному ряду, K_2 — то же по горизонтальному ряду, 1, 2, 3, 4... 27, 28, 29, 30 — №№ витков. На рис. 2а емкости K_1 , те же, что и на рис. 2 б.

Технологические условия изготовления обмоток требуют почти всегда последовательности витков, указанной на рис. 1. Поэтому продольная емкость лобовой части секции, определяемая как эквивалентная емкость между ее первым и последним витками, может быть выражена так:

$$K_s = K_2 + K_x, \quad (1)$$

где K_x — дополнительная емкость, создаваемая цепочкой, присоединенной к первому и последнему виткам (рис. 1).

Для вычисления искомой эквивалентной емкости представим схему замещения по рис. 2, а и 2, б в виде цепочки из продольно и поперечно симметричных звеньев $Z/2$ и $Y/2$, показанную на рис. 3 а и 3 б. Цепочка должна иметь на концах дополнительные параллельные ветви $Y/2$, чтобы соответствовать исходной схеме замещения обмотки (рис. 2, б).

Положим, что на входе цепочки по рис. 3, б действует синусоидальное напряжение $2\dot{U}_{ax}$. В этом случае для всей цепочки можно написать \bar{A} — матрицу, учитывающую продольную и поперечную симметрию каждого из ее звеньев [3, 4]:

$$\bar{A}^{(v)} = \prod_{l=1}^v \begin{pmatrix} A_{11}; A_{12}; 0; 0 \\ A_{21}; A_{22}; 0; 0 \\ 0; 0; 1; A_{xx} \\ 0; 0; 0; 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \operatorname{ch} g v; Z_c \cdot \operatorname{sh} g v; 0; 0 \\ \operatorname{sh} g v; Z_c; \operatorname{ch} g v; 0; 0 \\ 0; 0; 1; v A_{xx} \\ 0; 0; 0; 1 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

$$\text{где } Z_c = \sqrt{\frac{Z}{Y} \cdot \frac{1}{4 + ZY}} = \sqrt{\frac{A_{12}}{A_{22}}} \quad (3)$$

— характеристическое сопротивление одного звена или всей цепочки,
 g — собственная постоянная передачи звена;

$$v = \left(\frac{\omega}{2} - 1 \right) \quad (4)$$

— число звеньев в емкостной цепочке, эквивалентной секции, имеющей ω витков.

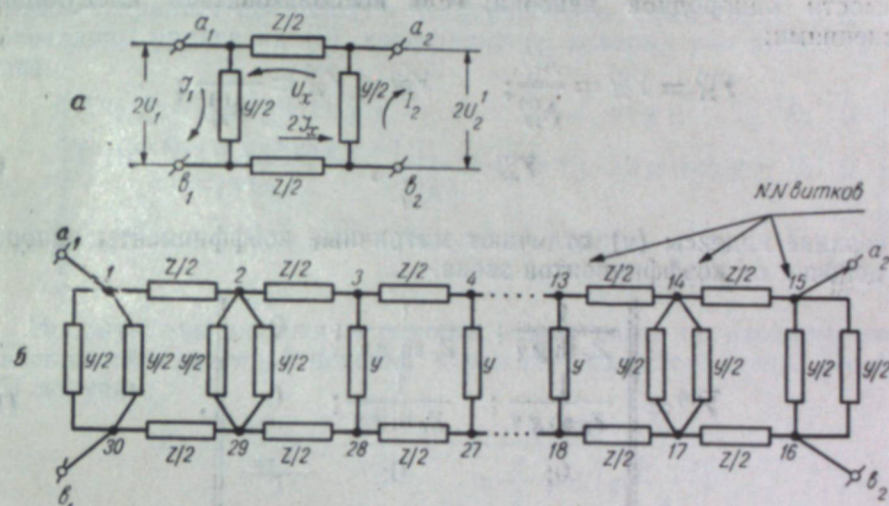


Рис. 3. Цепочечная схема, эквивалентная схеме рис. 2.

Коэффициенты A_{ik} , входящие в первую матрицу (2), определяются уравнениями:

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= A_{11} \dot{U}_2 + A_{12} \dot{I}_2; \\ \dot{I}_1 &= A_{21} \dot{U}_2 + A_{22} \dot{I}_2; \\ \dot{U}_{x1} &= \dot{U}_{x2} + A_{xx} \dot{I}_x, \end{aligned} \quad (5)$$

где \dot{U}_1, \dot{U}_2 — напряжения на входе и выходе звена, отсчитанные относительно нейтрали. (Между зажимами а—1; в—1 и а—2; в—2 действуют напряжения $2\dot{U}_1$ и $2\dot{U}_2$, см. рис. 3, а);

\dot{I}_1, \dot{I}_2 — токи на входе и выходе звена;

$\dot{U}_{x1}, \dot{U}_{x2}$ — продольное падение напряжения, отсчитанное от условной исходной точки до средних точек зажимов а—1; в—1 и а—2; в—2;

$2\dot{I}_x$ — продольный уравнительный ток.

Поскольку четырехполюсник по рис. 3, а симметричный и обратный, то коэффициенты A_{ik} связаны известными соотношениями:

$$A_{11} - A_{22}; A_{11}^2 - A_{12} \cdot A_{21} = 1. \quad (6)$$

Полагая

$$\frac{Z}{2} = -j \frac{1}{\omega K_1}; \quad \frac{Y}{2} = j \omega \frac{K_2}{2}, \quad (7)$$

получим из (3)

$$Z_c = -j \frac{1}{\omega K_c}; \quad \text{где } K_c = \sqrt{K_2(2K_1 + K_2)}. \quad (3')$$

Для собственной постоянной передачи звена справедливо выражение

$$\text{th} \frac{g}{2} = \pm \sqrt{\frac{ZY}{4 + ZY}} = \pm \sqrt{\frac{K_2}{2K_1 + K_2}}. \quad (8)$$

По матрице $\bar{A}^{(v)}$ можно найти \bar{Y} — матрицу полной продольной проводимости однородной цепочки, если воспользоваться следующими уравнениями:

$$Y_{11}^{(v)} = Y_{22}^{(v)} = \frac{A_{11}^{(v)}}{A_{12}^{(v)}}; \quad Y_{12}^{(v)} = Y_{21}^{(v)} = -\frac{1}{A_{12}^{(v)}}; \quad Y_{xx}^{(v)} = \frac{1}{A_{xx}^{(v)}}, \quad (9)$$

где верхние индексы (v) отличают матричные коэффициенты однородной цепочки от коэффициентов звена.

$$\bar{Y}^{(v)} = \begin{vmatrix} \frac{1}{Z_c \text{th} g v}; & \frac{1}{Z_c \text{sh} g v}; & 0 \\ \frac{1}{Z_c \text{sh} g v}; & \frac{1}{Z_c \text{th} g v}; & 0 \\ 0; & 0; & \frac{Y_{xx}}{v} \end{vmatrix}. \quad (10)$$

Для параллельных ветвей, присоединенных к входу и выходу цепочки, можно написать матрицы \bar{Y} , если представить их упрощенными четырехполюсниками (рис. 4).

$$\bar{Y}_1 = Y \begin{vmatrix} 1; & 0; & 0 \\ 0; & 0; & 0 \\ 0; & 0; & 0 \end{vmatrix} \quad \bar{Y}_2 = Y \begin{vmatrix} 0; & 0; & 0 \\ 0; & 1; & 0 \\ 0; & 0; & 0 \end{vmatrix}. \quad (11)$$

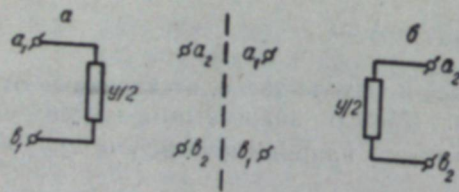


Рис. 4. Упрощенные четырехполюсники, представляющие входную и выходную ветви схемы рис. 3. а — входная ветвь, б — выходная ветвь.

Суммируя соответствующие составляющие матриц (10, 11), получим матрицу полной проводимости всей цепочки по рис. 3, б.

$$\bar{Y}^{(2)} = \begin{vmatrix} \frac{1 + \text{th} \frac{g}{2} \cdot \text{th} g v}{Z_c \text{th} g v}; & \frac{1}{Z_c \text{sh} g v}; & 0 \\ \frac{1}{Z_c \text{sh} g v}; & \frac{1 + \text{th} \frac{g}{2} \cdot \text{th} g v}{Z_c \text{th} g v}; & 0 \\ 0; & 0; & \frac{Y_{xx}}{v} \end{vmatrix}, \quad (12)$$

где по (3) и (8)

$$Z_c \cdot Y = \text{th} \frac{g}{2}. \quad (13)$$

Найдем компоненты \bar{A} — матрицы всей объединенной цепочки (рис. 3) по следующим уравнениям:

$$A_{11}^{(\Sigma)} = A_{22}^{(\Sigma)} = \frac{Y_{11}^{(\Sigma)}}{Y_{21}^{(\Sigma)}}; \quad A_{12}^{(\Sigma)} = \frac{1}{Y_{21}^{(\Sigma)}}, \\ A_{21}^{(\Sigma)} = \frac{[Y_{11}^{(\Sigma)}]^2}{Y_{21}^{(\Sigma)}} - Y_{21}^{(\Sigma)}; \quad A_{xx}^{(\Sigma)} = \frac{1}{Y_{xx}^{(\Sigma)}}, \quad (14)$$

где верхние индексы (Σ) отличают матрицы объединенной цепочки. Эта цепочка сохраняет продольную и поперечную симметрию, и для нее справедливы уравнения (5), коэффициенты которых уже задаются матрицей:

$$\bar{A}^{(\Sigma)} = \begin{vmatrix} (1 + \text{th} \frac{g}{2} \cdot \text{th} g v) \text{ch} g v; & Z_c \text{sh} g v; & 0; & 0 \\ \frac{(1 + \text{th} \frac{g}{2} \cdot \text{th} g v)^2 \text{ch} g v - 1}{Z_c \text{sh} g v}; & (1 + \text{th} \frac{g}{2} \cdot \text{th} g v) \text{ch} g v; & 0; & 0 \\ 0; & 0; & 1; & \frac{v}{Y_{xx}} \\ 0; & 0; & 0; & 1 \end{vmatrix}. \quad (15)$$

Искомую эквивалентную емкость можно найти по входному сопротивлению объединенной цепочки в режиме холостого хода. По (5) и (15) получим:

$$Z_0 = \frac{2\dot{U}_{10}}{i_{10}} = \frac{2A_{11}^{(\Sigma)}}{A_{21}^{(\Sigma)}} = \frac{2Z_c}{\text{th} \frac{g}{2} + \text{th} \left(g \frac{2v+1}{2} \right)}. \quad (16)$$

Так как цепочка имеет чисто емкостный характер, полагаем:

$$Z_0 = j \frac{1}{\omega K_a}. \quad (16')$$

По (3') получим:

$$K_a = \frac{K_c}{2} \left[\text{th} \frac{g}{2} + \text{th} g \frac{2v+1}{2} \right]. \quad (17)$$

Для реальных обмоток во многих случаях

$$g \frac{2v+1}{2} > 5.$$

При этом условии $\text{th} g \frac{2v+1}{2} \approx 1$ с точностью, превышающей 0,1%. Следовательно, с учетом (7—8) уравнение (16) приближенно запишется так:

$$K_a \approx \frac{1}{2} [K_2 + \sqrt{K_2(2K_1 + K_2)}]. \quad (18)$$

Последнее уравнение имеет ту же структуру, что и уравнение (1), составленное на основании общих соображений.

Для практических расчетов (см. приложение) следует вносить поправку на «дальние связи» между несмежными витками секции [1]. Для обмоток с двухрядным расположением проводников (в отличие от обмоток с однорядным расположением) коэффициент «дальних связей» $\gamma < 1$.

Расчетная формула продольной емкости лобовой части секции имеет вид:

$$K_a \approx \gamma \left[K_c' + \sqrt{K_2'(2K_1' + K_2')} \right] L_a = \gamma K_a' L_a, \quad (19)$$

где K_1 и K_2 — частичные междувитковые емкости, считая по вертикали и горизонтали (рис. 1), отнесенные к 1 см длины проводника,

K_1 — продольная емкость лобовой части секции на 1 см длины,

L_1 — длина лобовой части секции в сантиметрах,

$\gamma = 0,42 \dots 0,45$ — поправочный коэффициент «дальних связей».

На рис. 5 показана схема замещения емкостных связей в пазовой части обмотки по рис. 1. От схемы по рис. 2 она отличается тем, что у

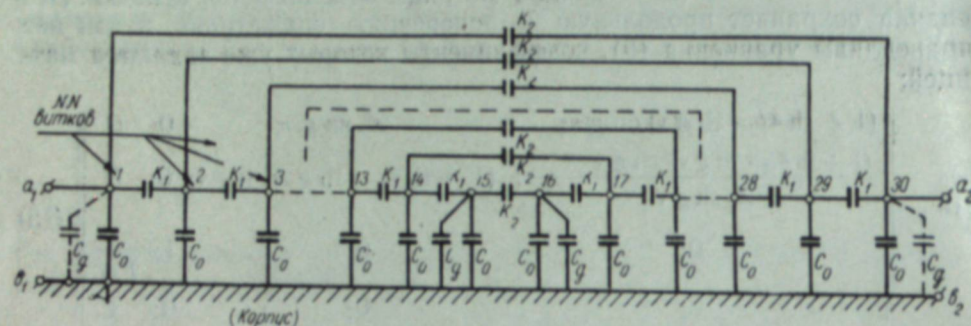


Рис. 5. Емкостная схема замещения пазовой части секции по рис. 1.

K_1 и K_2 — междувитковые емкости (вертикальная и горизонтальная), C_0 — емкость витка на корпус (землю), C_d — добавочная емкость крайних витков.

каждого из витков имеется емкость на корпус (землю) C_0 . Способы вычисления этой емкости C_0 указаны в [1, 2].

На рис. 5 показаны также дополнительные емкости C_d , имеющиеся у двух витков (№ 15 и 16), лежащих на дне паза*.

В данном случае эквивалентная емкость между первым и последним витками пазовой части секции должна вычисляться с учетом этих емкостей на корпус. Из всех возможных способов ее определения наиболее экономичным будет метод, основанный на последовательных преобразованиях емкостной звезды в треугольник и обратно.

Для емкостных звеньев типа П и Т (рис. 6) справедливы следующие формулы взаимного перехода:

$$K_{\Pi} = \frac{K_T}{2 + \frac{C_T}{K_T}}; \quad C_{\Pi} = \frac{C_T}{2 + \frac{C_T}{K_T}}; \quad (20)$$

$$K_T = K_{\Pi} \left(2 + \frac{C_{\Pi}}{K_{\Pi}} \right); \quad C_T = C_{\Pi} \left(2 + \frac{C_{\Pi}}{K_{\Pi}} \right).$$

Эти формулы следует применить сначала к «внутренним» емкостям (витки № 15—16, рис. 6), а затем переходить к виткам № 14—17, 13—18 и т. д., передвигаясь «шаг за шагом». Из (20) могут быть получены следующие рекуррентные формулы:

$$K_{m+1} = K_2 + \frac{K_1^2 K_m}{(C_m + K_1)(C_m + K_1 + 2K_m)}; \quad (21)$$

$$C_{m+1} = C_0 + \frac{C_m K_1}{C_m + K_1}; \quad (22)$$

* Дополнительные емкости у витков № 1 и 30, показанные на рис. 5 пунктиром, введены в соответствии с условиями эксперимента (см. ниже). На реальных объектах они отсутствуют.

где C_m и K_m — параметры П-звена после выполнения m преобразований, считая от средних витков (№ 15 и 16). При $(m+1) = \frac{\omega}{2}$; где ω —

число витков в секции, получают параметры последнего П-звена, окончательно свертывающего всю цепочку. (В данном случае $m+1=15$).

K_{m+1} представляет собой искомую продольную эквивалентную емкость пазовой части секции, а $2C_{m+1}$ — эквивалентную емкость секции на корпус (землю). Вычисления можно вести для 1 см длины проводника либо для всей секции в целом. «Дальние связи» в пазу отсутствуют [1]. Уравнение (21) имеет ту же структуру, что и уравнение (1).

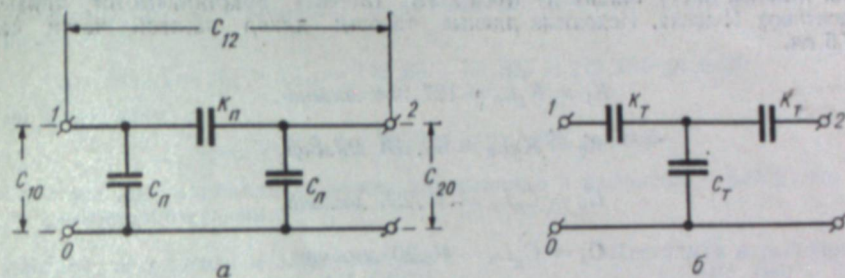


Рис. 6. Емкостные звенья — П-образное и Т-образное.

Величина $2C_{m+1}$, определяемая по (22), то есть эквивалентная емкость секции на корпус (землю), оказывается значительно меньше емкости, вычисленной по геометрическим размерам паза [1, 2].

Это явление легко объясняется особенностями распространения импульсных волн напряжения по обмоткам данного типа. Как указывалось, начальный и конечный витки секции всегда оказываются смежными. Поэтому бегущая волна проходит с первого на последний виток, главным образом через их взаимные емкости. Влияние же присоединенной параллельно цепочки емкостей на корпус и междувитковых будет незначительно. Это нашло свое отражение в методах расчета эквивалентных емкостей пазовой части секции.

Окончательно продольная емкость секции с двухрядным расположением витков может быть вычислена по формуле:

$$K_{\text{секц}} = K_d + K_{\text{паз}} = \gamma K_d L_d + K_{\text{паз}} L_{\text{п}}, \quad (23)$$

где K_d — см. уравнение (19),

$K_{\text{паз}}$ — продольная емкость пазовой части секции, отнесенная к 1 см длины и вычисляемая по уравнению (21),

$L_{\text{п}}$ — длина пазовой части секции.

В приложении дается пример расчета по формуле (23).

Приложение

ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ЕМКОСТЕЙ

Рассчитаем эквивалентную емкость секции для двигателя 68 квт, 3,15 кв, 580 об/мин, паз которого показан на рис. 1.

Расчетом, проверенным измерениями на моделях с разрезанными витками, установлены значения взаимных емкостей на 1 см длины секции:

$$K_1' = 1,642 \text{ мк.мкф/см.}$$

$$K_2' = 0,71 \text{ мк.мкф/см.}$$

Длина лобовой части равна $L_d = 122$ см. Отсюда по формуле (19) $K_d = 148,63$ мк.мкф. Непосредственное измерение на секции, вынутой из паза и разрезанной, при пересчете на соответствующую длину, дает

$$K_{d-изм} = (129,6 \pm 0,2).$$

Отношение измеренной и расчетной емкостей лобовой части секции имеет величину:

$$\gamma' = \frac{K_{d-изм}}{K_d} = \frac{129,6}{148,63} = 0,872.$$

Последняя характеризует влияние «дальних связей» между несмежными витками. Как указывалось, $\gamma < 1$ (коэффициенты γ' и γ из уравнения (19) не следует смешивать).

Для пазовой части секции по формулам (21—22) подсчитываются параметры эквивалентного П-звена. Исходные данные таковы: длина пазовой части секции $L_n = 77,5$ см,

$$K_1 = K_1' L_n = 127,354 \text{ мк.мкф.},$$

$$K_2 = K_2' L_n = 64,134 \text{ мк.мкф.},$$

$$C_0 = C_0' L_n = 34,255 \text{ мк.мкф.},$$

$$C_d = C_d' L_n = 46,20 \text{ мк.мкф.}^*$$

В таблице приведены результаты расчетов по уравнениям (21, 22) и схеме рис. 6.

| № операции (m) | № витков | Параметры П-звена (мк.мкф) | | Примечания |
|----------------|----------|----------------------------|---------|-----------------------------|
| | | K_n | C_n | |
| 1 | 15—16 | 64,134 | 80,455 | С учетом добавочной емкости |
| 2 | 14—17 | 79,028 | 83,561 | |
| 3 | 13—18 | 80,605 | 84,710 | |
| 4 | 12—19 | 80,694 | 85,127 | |
| 5 | 11—20 | 80,609 | 85,227 | |
| 6 | 10—21 | 80,581 | 85,331 | |
| 7 | 9—22 | 80,571 | 85,320 | |
| 8 | 8—23 | 80,592 | 85,394 | |
| 9 | 7—24 | 80,565 | 85,343 | |
| 10 | 6—25 | 80,568 | 85,355 | |
| 11 | 5—26 | 80,567 | 85,359 | |
| 12 | 4—27 | 80,566 | 85,361 | |
| 13 | 3—28 | 80,566 | 85,362 | |
| 14 | 2—29 | 80,564 | 85,362 | |
| 15 | 1—30 | 80,565 | 131,559 | С учетом добавочной емкости |

Из таблицы видно, что уже с 3-го шага расчета почти не изменяются параметры эквивалентного П-звена, замещающего среднюю часть схемы рис. 5. Наблюдаются лишь небольшие колебания вокруг некоего среднего значения. Это необходимо иметь в виду при ориентировочных расчетах.

Измерения на секции, вынутой из паза, оклеенной и разрезанной, дали следующие величины, соответствующие рисунку 6, а:

$$C_{10} = C_{20} = 185,0 \text{ мк.мкф (провод — обкладка);}$$

$$C_{12} = 151,5 \text{ мк.мкф (начало — конец);}$$

* C_d — дополнительная емкость витков № 15 и 16 относительно дна паза. Поскольку измерения, контролирующие расчеты данного примера, проводились на секции, вынутой из статора и оклеенной фольгой, на рис. 5 фигурируют две дополнительные емкости C_d , показанные пунктиром у витков № 1 и 30.

Исходя из схемы замещения по рис. 6, а, можем написать

$$K_n = \frac{2C_{12}(2C_{12} - C_{10})}{4C_{12} - C_{10}}; \quad (24)$$

$$C_n = 2(C_{12} - K_n). \quad (25)$$

Подставляя в (24—25) указанные выше величины, получим

$$K_n = 85,926 \text{ мк.мкф.}; \quad C_n = 131,148 \text{ мк.мкф.}$$

Эти данные соответствуют последней строке таблицы с погрешностью до 0,85% для емкости на землю и до 6,25% для продольной емкости.

Последняя погрешность, возможно, вызывалась влиянием на результаты измерения разрезанных и разведенных концов проводников секции.

По первому из уравнений (23) продольная емкость всей секции равна: по расчетам

$$K_{секц} = K_d + K_{паз} = 148,63 + 80,565 = 229,195 \text{ мк.мкф.}$$

по измерениям

$$K_{секц} = 129,6 + 85,926 = 215,526 \text{ мк.мкф.}$$

Относительное расхождение между измерениями и расчетами — 5,85%, что можно считать удовлетворительным.

Институт автоматики и электрометрии
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
3/II 1961

ЛИТЕРАТУРА

- З. Г. Каганов. Емкостные параметры обмоток электрических машин. Тр. Ленингр. политехн. ин-та, № 209, 1959.
- З. Г. Каганов. Аналитический учет краевого эффекта в обмотках электрических машин. Изв. СО АН СССР, № 1, 1961.
- Р. А. Воронов. Общая теория четырехполюсников и многополюсников. ГЭИ, 1951.
- В. П. Сигорский. Общая теория четырехполюсника. Изд. АН УССР, 1955.

П. А. БОРодОВСКИЙ

СТРОФОТРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР ДЕЦИМЕТРОВЫХ ВОЛН

Теоретическому и экспериментальному исследованию строфотронов посвящен ряд работ [1—4]. В них подробно изучен так называемый коаксиальный строфотрон, генерирующий колебания с частотой, приблизительно соответствующей удвоенной частоте колебаний электронов.

В настоящей статье приводятся результаты исследования строфотрона, аналогичного по устройству строфотрону Альфвена и Ромелля [1].

Устройство и принцип работы

На рис. 1 приведена принципиальная схема устройства лампы. Ускоряющий электрод A , имеющий положительный потенциал относительно катода, и отражательные электроды R_1 и R_2 , имеющие нулевой

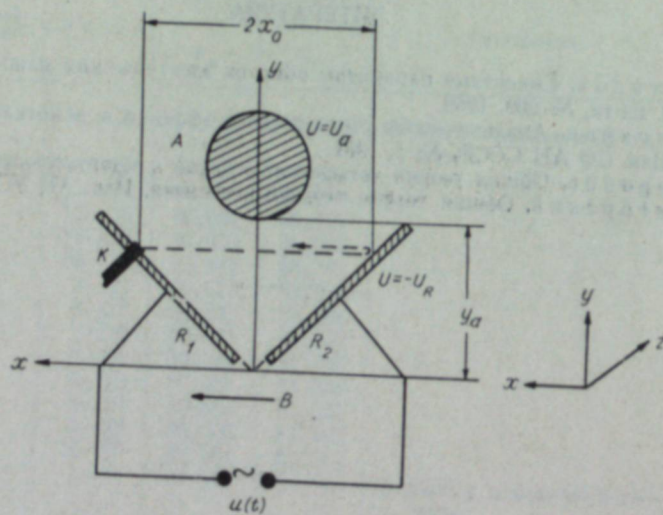


Рис. 1.

или отрицательный потенциал, создают в поперечном сечении лампы приблизительно гиперболическое электрическое поле [5]. При наличии достаточно сильного однородного магнитного поля B электроны, эмитируемые катодом K , будут совершать колебания по оси x и одновременно перемещаться вдоль лампы по оси z со средней скоростью $v_z \approx \frac{E_y}{B}$. Совершая колебания, электроны возбуждают высокочастотное поле между отражателями R_1 и R_2 . Взаимодействуя с ВЧ полем, электроны в зависимости от фазы вылета с катода отнимают или отдают ВЧ часть энергии. При этом ускоренные ВЧ полем электроны попадают на отражатели и, таким образом, покидают пространство взаимодействия. Остальные электроны, которые тормозятся ВЧ полем, будут дви-

гаться вдоль лампы с непрерывно уменьшающейся амплитудой колебаний и улавливаться коллектором, помещенным в конце лампы. Благодаря многократному торможению электронов ВЧ полем и «отбору» ускоренных ВЧ полем электронов, лампа будет генерировать колебания с частотой, равной частоте колебаний электронов.

Следует отметить, что при попадании ускоренных ВЧ полем электронов на отражатели возможно появление вторичной электронной эмиссии, если энергия электронов превышает 15—20 эв. Вторичные электроны будут также вылетать в ускоряющей фазе ВЧ поля и, попадая на отражатели, выбивать новые электроны и т. д. по всей длине лампы. Это ограничивает величину мощности, генерируемой лампой.

Приближенный анализ взаимодействия электронов с ВЧ полем

Достаточно строгий теоретический анализ взаимодействия электронов с ВЧ полем в строфотроне весьма сложен. Мы рассмотрим здесь приближенный анализ в предположении заданного и постоянного по длине лампы ВЧ поля. При этом для упрощения задачи будем полагать, что: а) постоянное магнитное поле по оси x достаточно велико и трохондальным компонентом движения электронов в плоскости yz можно пренебречь, б) влияние пространственного заряда и начальные скорости электронов не учитываются, в) ВЧ поле в плоскости колебаний электронов однородно и по амплитуде много меньше постоянного электрического поля.

При надлежащем выборе размеров и формы электродов лампы постоянное электрическое поле по оси x можно считать параболическим, следовательно,

$$U(x, t) = U_0 \left(1 - \frac{x^2}{x_0^2} \right) + \bar{U}_1 \cos(\omega t + \varphi_0), \quad (1)$$

где U_0 — максимальный потенциал постоянного электрического поля, \bar{U}_1 — амплитуда ВЧ напряжения.

Уравнения движения электрона при принятых допущениях имеют вид:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega_0^2 x = \frac{x_0}{4} \cos(\omega t + \varphi_0), \quad (2)$$

$$\frac{dz}{dt} = v_z = \frac{E_y}{B}, \quad (3)$$

где $\omega_0 = \frac{1}{x_0} \sqrt{2 \frac{e}{m} U_0}$ — угловая частота колебаний электронов,

$$\alpha = \frac{\bar{U}_1}{U_0}, \quad \alpha \ll 1.$$

φ_0 — фаза вылета электрона из катода.

При начальных условиях $t=0, x=x_0, \frac{dx}{dt}=0$ получим решение уравнения (2) при $\omega=\omega_0$ в виде

$$x = x_0 \cos \omega_0 t + \alpha x_0 \frac{\omega_0 t}{8} \sin(\omega_0 t + \varphi_0). \quad (4)$$

Амплитуда колебаний электрона из (4)

$$X = x_0 \sqrt{1 - \frac{\alpha}{4} \tau \sin \varphi_0 + \left(\frac{\alpha \tau}{8} \right)^2}, \quad (5)$$

где $\tau = \omega_0 t$ — угол пролета электронов в пространстве взаимодействия.

Электроны, амплитуда колебания которых превышает x_0 , попадут на отражатели, имеющие нулевой потенциал, и через сечение $z = v_z t$ будут проходить те электроны, начальная фаза которых φ_0 удовлетворяет условию $X < x_0$ или, согласно (5):

$$\theta \leq \varphi_0 \leq \pi - \theta, \quad (6)$$

$$\sin \theta = \frac{x}{16} \tau. \quad (7)$$

Энергия колеблющегося электрона [6]

$$w = \frac{m \omega_0^2 X^2}{2}, \quad (8)$$

элементарная мощность развиваемая на участке dz электронами, обладающими начальными фазами, лежащими в пределах φ_0 : $\varphi_0 + d\varphi_0$,

$$dP_{\varphi_0} = \frac{1}{2\pi} \frac{I_0}{e} \frac{m \omega_0^2}{2} \frac{d}{dt} (X^2) dz \cdot d\varphi_0, \quad (9)$$

где I_0 — ток катода.

Полезная электронная мощность равна мощности, отдаваемой электронами, прошедшими все пространство взаимодействия $z=L$,

$$P_L = \int_0^L \int_{\theta}^{\pi - \theta} dP_{\varphi_0} = \frac{I_0 U_0}{2\pi} \int_{\theta}^{\pi - \theta} [1 - X^2(\tau_L, \varphi_0)] d\varphi_0, \quad (10)$$

где θ_L — угол отсечки, определяемый из (7) при $\tau = \tau_L$.

Подставляя в (10) выражение для амплитуды из (5), после интегрирования получим

$$P_L = \frac{I_0 U_0}{4\pi} \tau_L \left[\cos \theta_L - \frac{\alpha \tau_L}{32} (\pi - 2\theta_L) \right]. \quad (11)$$

Угол пролета τ_L удобно измерять числом колебаний n_e , совершаемых электроном в пространстве взаимодействия

$$\tau_L = 2\pi n_e. \quad (12)$$

Подставляя (12) в (11), имеем

$$P_L = \frac{I_0 U_0}{2} \alpha n_e \left[\cos \theta_L - \frac{\alpha \pi n_e}{16} (\pi - 2\theta_L) \right], \quad (13)$$

$$\theta_L = \arcsin \frac{\alpha \pi n_e}{8}.$$

Из (13) следует, что при $\alpha n_e = 1$, $\theta_L = 23^\circ$ мощность имеет максимальное значение

$$P_{L_{\max}} \approx 0,23 I_0 U_0. \quad (14)$$

Ток коллектора определяется электронами, прошедшими все пространство взаимодействия,

$$I_c = \frac{\pi - 2\theta_L}{2\pi} I_0. \quad (15)$$

Полагая потенциал коллектора равным U_0 и пренебрегая потерями мощности в цепи ускоряющего электрода, получим электронный к. п. д.:

$$\eta_e = \frac{P_L}{I_c U_c} = 4 \sin \theta_L \left(\frac{2 \cos \theta_L}{\pi - 2\theta_L} - \sin \theta_L \right). \quad (16)$$

Согласно (14),

$$\eta_{e_{\max}} \approx 0,62. \quad (17)$$

При отрицательном потенциале отражателей ускоренные ВЧ полеми электроны будут совершать несколько колебаний прежде, чем попасть на отражатели. Угол «отсечки» θ_R в этом случае будет определяться неравенством

$$\frac{m \omega_0^2 X^2}{2} < e(U_0 + |U_k|). \quad (18)$$

Из (18) получим, что

$$\begin{aligned} \theta_R < \varphi_0 < \pi - \theta_R, \\ \sin \theta_R &= \frac{\alpha \pi n_e}{8} - \frac{2\alpha_R}{\alpha \pi n_e}, \end{aligned} \quad (19)$$

где

$$\alpha_R = \frac{|U_R|}{U_0}.$$

Полагая, что средняя ВЧ мощность, расходуемая электронами, попадающими на отражатели, равна $I_R U_R$, можно получить следующее выражение для полезной мощности:

$$P_L = \frac{I_0 U_0}{2} \alpha n_e \left[\cos \theta_R - \frac{\alpha \pi n_e}{16} (\pi - 2\theta_R) \right] - \frac{\pi + 2\theta_R}{2\pi} \alpha_R I_0 U_0. \quad (20)$$

Как видно из (20), полезная электронная мощность уменьшается с увеличением отрицательного потенциала отражателей и при некотором его значении становится равной нулю.

На рис. 2 приведены зависимость мощности от αn_e при различных потенциалах отражателей.

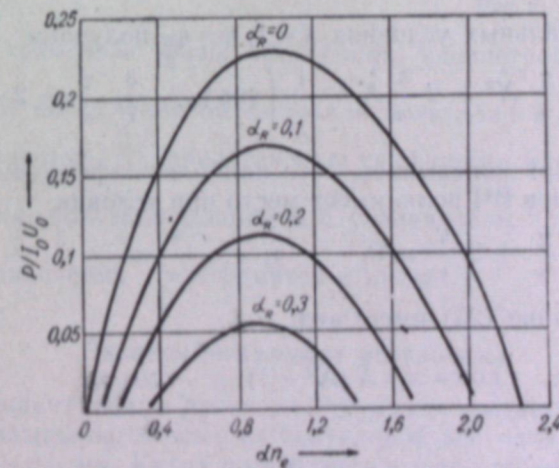


Рис. 2.

Влияние нелинейности силы электрического поля

Практически трудно получить строго параболическое распределение потенциала по оси x , и в реальной лампе распределение потенциала $U(x)$ несколько отличается от параболического. Как показывают измерения на электролитической ванне, распределение потенциала по оси x имеет вид:

$$U(x) = U_0 \left(1 - \frac{x^2}{x_0^2}\right) + \gamma U_0 \frac{x^2}{x_0^2} \left(1 - \frac{x^2}{x_0^2}\right), \quad (21)$$

где γ — коэффициент нелинейности. Величина γ зависит в основном от формы и размеров поперечного сечения ускоряющего электрода A (см. рис. 1).

При $\gamma \ll 1$, пользуясь методом Ван-дер-Поля (см. [6]), можно получить следующие «укороченные» уравнения для амплитуды колебаний X и фазы ψ :

$$\frac{dX}{du} = -\frac{\alpha}{8} \sin \psi, \quad (22)$$

$$\frac{d\psi}{du} = \frac{3}{4} \gamma X^2 + \frac{\delta}{2} - \frac{1}{X} \cdot \frac{\alpha}{8} \cos \psi, \quad (23)$$

где

$$X = \frac{X}{X_0},$$

$$U = \omega t,$$

$$\delta = 1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2} (1 - \gamma), \quad \delta \ll 1.$$

Преобразуя уравнение (23) и используя (22), имеем

$$\frac{d\xi}{dX} + \frac{\xi}{X} = \frac{3}{4} \gamma X^2 + \frac{\delta}{2}, \quad (24)$$

где

$$\xi = \frac{\alpha}{8} \cos \psi.$$

Из (24) при начальных условиях $X=1$, $\psi=\varphi_0$ получаем

$$\cos \psi = \frac{3}{2} \frac{\gamma}{\alpha} X^3 + 2 \frac{\delta}{\alpha} X + \frac{1}{X} \left(\cos \varphi_0 - \frac{3}{2} \frac{\gamma}{\alpha} - 2 \frac{\delta}{\alpha} \right). \quad (25)$$

Исследование (25) показывает, что наиболее эффективная передача энергии электронов ВЧ полю имеет место при условии

$$\frac{3}{2} \frac{\gamma}{\alpha} + 2 \frac{\delta}{\alpha} = 0, \quad \text{т. е.} \quad \frac{\delta}{\alpha} = -\frac{3}{4} \frac{\gamma}{\alpha}.$$

При этом уравнение (25) имеет вид:

$$\cos \psi = \lambda X (X^2 - 1) + \frac{1}{X} \cos \varphi_0, \quad (26)$$

где

$$\lambda = \frac{3}{2} \frac{\gamma}{\alpha}.$$

Из (22) и (26), используя подстановку $1 - X^2 = W$, получим

$$\int_0^W \frac{dW}{\sqrt{1 - W - [\cos \varphi_0 - \lambda W(1 - W)]^2}} = \frac{\alpha}{4} \tau_L, \quad (27)$$

где $\tau_L = 2\pi n_e$ — время пролета.

Интеграл в левой части (27) является эллиптическим интегралом и требует численного решения. Найдем приближенное аналитическое выражение для $W(\tau_L, \varphi_0)$, при $\lambda \gg 1$ W невелико, так как, согласно (26), X близко к единице. Например, при $\lambda = 5$ $X_{\min} = 0,85$, $X_{\max} = 1,15$ и соответственно $W = \begin{cases} +0,278 \\ -0,322 \end{cases}$. Поэтому, пренебрегая членами с W^3 и W^4 , получим из (27)

$$W = \frac{b}{c} \left[1 - \cos \left(\sqrt{c} \frac{\alpha \tau_L}{4} \right) \right] + \frac{\sin \varphi_0}{\sqrt{c}} \sin \left(\sqrt{c} \cdot \frac{\alpha \tau_L}{4} \right), \quad (28)$$

где $b = \lambda \cos \varphi_0 - 0,5$; $c = \lambda(\lambda + 2 \cos \varphi_0)$; $\tau_L = 2\pi n_e$; n_e — число колебаний электронов по длине лампы.

Полагая $\lambda \rightarrow 0$, из (28) получим выражение, соответствующее линейному случаю ($\gamma = 0$):

$$W = \sin^2 \varphi_0 \frac{\alpha \tau_L}{4} - \left(\frac{\alpha \tau_L}{8} \right)^2.$$

Поэтому (29) можно использовать в качестве приближенного аналитического выражения при любых величинах γ .

При отборе ускоренных ВЧ полей электронов на отражатели с нулевым потенциалом полезная электронная мощность

$$P_{\gamma} = I_0 U_0 \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi_{01}}^{\varphi_{02}} W d\varphi_0, \quad (29)$$

где φ_{01} , φ_{02} — граничные фазы электронов, удовлетворяющие условию $W > 0$.

Результаты вычисления оптимальной электронной мощности при различных значениях $\frac{\gamma}{\alpha}$ представлены графически на рис. 3. Как следует из рисунка, полезная мощность с увеличением $\frac{\gamma}{\alpha}$ уменьшается и при больших значениях $\frac{\gamma}{\alpha}$ стремится к нулю.

Экспериментальные результаты

Опытный макет лампы имеет конструкцию, соответствующую схеме рис. 1. Катод лампы изготовлен из танталовой ленточки толщиной 50 мк и размерами $5 \times 0,5$ мм. Катод помещается в щели одной из отражательных пластин и при токе накала 4—5 а обеспечивает ток эмиссии порядка

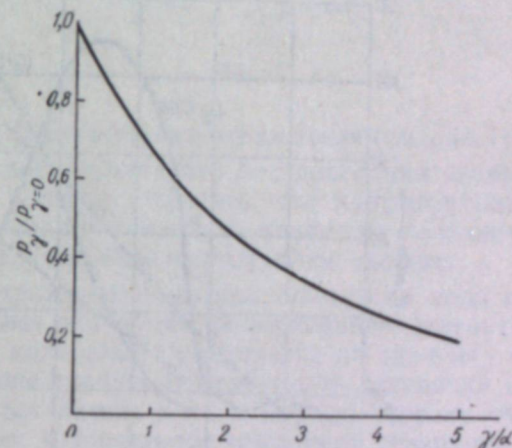


Рис. 3.

5—10 ма. Отражатели изготовлены из меди и имеют поперечное сечение 1×3 мм и рабочую длину 75 мм. Отражатели жестко связаны с молибденовыми стержнями диаметром 2,5 мм, которые выведены наружу через стеклянную ножку лампы. Ускоряющим электродом является молибденовый стержень диаметром 2 мм, имеющий вывод на другом конце лампы вместе с выводом коллектора. Коллектор представляет собой молибденовую пластинку, способную рассеивать мощность до 2—3 вт путем лучеиспускания. Надлежащее расположение и центровка электродов внутри стеклянной колбы лампы осуществляются посредством керамики. Лампа не имеет замкнутой колебательной системы, и выходная мощность отводится 75-омным кабелем, который через небольшие емкости (8—10 пф) подключен к выводам отражателей. Отражатели вместе с выводами можно рассматривать как отрезок двухпроводной линии с волновым сопротивлением 160—170 ом. При таком включении образуется некоторая колебательная система, имеющая слабые резонансные свойства.

Лампа испытывалась в нескольких режимах при различных токах эмиссии катода и величинах магнитного поля. Ниже приведены характеристики, полученные при магнитном поле $B=1000$ гс, токе коллектора 2—2,5 ма и напряжении коллектора 300 в.

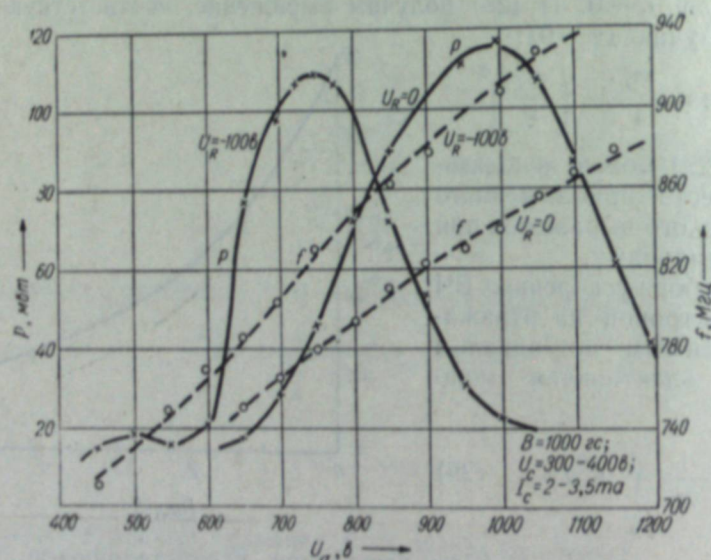


Рис. 4.

На рис. 4 приведены зависимости выходной мощности и частоты от напряжения ускоряющего электрода U_a при потенциале отражателей $U_R=0$, $U_R=-100$ в. Зависимости генерируемой частоты и выходной мощности от потенциала отражателей U_R при $U_a=750$ в приведены на рис. 5. Измеренные значения частоты имеют удовлетворительное соответствие с частотой колебаний электронов, определяемой формулой, полученной в предположении гиперболического электрического поля в поперечном сечении лампы,

$$f_0 = 9,45 \cdot \frac{\sqrt{U_a - U_R}}{y_a} \text{ МГц}, \quad (30)$$

где y_a — расстояние в см (см. рис. 1), для данной лампы $y_a = 0,34$ см.

Как видно из графиков, выходная мощность имеет максимумы при $U_a=750$ в; $U_R=-100$ в и $U_a=1000$ в, $U_R=0$, соответствующие приблизительно одинаковой частоте генерируемых колебаний. Коэффициент полезного действия в точке максимальной мощности равен ~ 17 —18%. Полоса электронной перестройки между точками половинной мощности широкая и составляет примерно 12—13%.

Максимальная величина выходной мощности при $U_R=0$ и $U_R=-100$ в приблизительно одинакова, в то время как, согласно теории, при $U_R=0$ мощность должна быть значительно больше. Это объясняется тем, что при $U_R=0$ электроны колеблются в постоянном электрическом поле, значительно больше отличающемся от параболического, чем в случае $U_R=-100$ в, и нелинейность силы электрического поля играет существенную роль (см. рис. 3). Кроме того, для получения более широкого диапазона электронной перестройки изменением отрицательного напряжения отражателей катод в лампе был несколько смещен относительно плоскости отражателя (см. рис. 1), и при $U_R=0$ имело место нарушение нормального распределения электрического поля за счет катода. Следует отметить, что конфигурация электрического поля в области катода значительно влияет на величину выходной мощности и диапазон электронной перестройки частоты.

Выходная мощность зависит также от величины магнитного поля и имеет максимумы при определенных значениях напряженности магнитного поля. Частота генерируемых колебаний практически не зависит от магнитного поля. При работе лампа требует определенной центровки в магнитном поле, небольшой поворот лампы в ту и другую сторону от оптимального положения вызывает значительное изменение генерируемой мощности.

Согласно теории, максимум выходной мощности соответствует некоторому оптимальному значению $(\alpha n_e)_{\text{опт}}$. Изменение U_a и U_R приводит к отклонению αn_e от оптимального значения, и выходная мощность уменьшается.

Величина αn_e определяется амплитудой ВЧ напряжения и числом колебаний электронов по длине лампы, которое зависит от U_a, U_R и величины магнитного поля. Благодаря резонансным свойствам системы, образованной отражателями и выводами энергии, при изменении U_a и U_R , а следовательно, согласно (30) и частоте, основную роль играет изменение амплитуды ВЧ напряжения (α), число колебаний электронов n_e при этом изменяется менее значительно. Из этого, однако, не следует, что колебательная система определяет механизм работы лампы. Как показывают эксперименты, колебательная система влияет только на величину выходной мощности, частота генерируемых колебаний не зависит

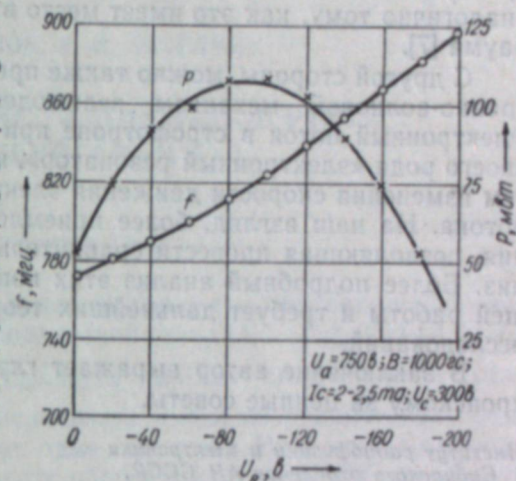


Рис. 5.

от параметров колебательной системы. Строфотрон может работать при отсутствии колебательного контура в случае подключения к отражателям активной согласованной нагрузки. Выходная мощность при этом уменьшается, а диапазон электронной перестройки значительно увеличивается. Из этого следует, что в строфотроне возможно взаимодействие колеблющихся электронов с полем бегущей незамедленной волны, распространяющейся в двухпроводной линии, образованной отражателями, аналогично тому, как это имеет место в фазохронном генераторе Тетельбаума [7].

С другой стороны, можно также предполагать, что имеет место электронно-волновой механизм взаимодействия, описанный в работе [8]. Электронный поток в строфотроне при этом можно рассматривать как своего рода «электронный резонатор», который может настраиваться путем изменения скорости движения электронов и геометрии электронного потока. На наш взгляд, более приемлемой является первая точка зрения, позволяющая провести сравнительно простой математический анализ. Более подробный анализ этих вопросов выходит за рамки настоящей работы и требует дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

В заключение автор выражает глубокую благодарность В. Л. Покровскому за ценные советы.

Институт радиопрофики и электроники
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
3/II 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. H. Alfvén, D. Romell. Proc. IRE, vol. 42, No 8, p. 1239 (1954).
2. T. S. Robinson Le vide, N 65, p. 310 (1956).
3. H. Häggblom, S. Tomner. L'onde électrique, XXXVII, № 359, p. 159 (1957).
4. V. Agdur. Ericsson Technics, vol. 13, № 1, p. 3, (1957).
5. П. А. Бородавский, ЖТФ, т. № 27, вып. 10, стр. 2434 (1957).
6. С. И. Тетельбаум. Радиотехника и электроника, т. 2, вып. 6, стр. 705 (1957).
7. А. А. Андронов, А. А. Витт, С. Э. Хайкин. Теория колебаний. Физматгиз, М., 1959.
8. В. Н. Шевчик, Г. Н. Шведов. Изв. высш. уч. завед. Радиопрофики, т. 3, вып. 3, стр. 432 (1960).

С. С. БАЦАНОВ, Л. И. АБАУЛИНА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГАЛОГЕНИДОВ РТУТИ С ХАЛЬКОГЕНАМИ

Сообщение II

В первом сообщении были описаны продукты присоединения галогенов к ацетату и карбонату одновалентной ртути [1]: $\text{Hg}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{X}_2$, $\text{Hg}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{X}_4$ и $\text{Hg}_2\text{CO}_3\text{X}_2$, $\text{Hg}_2\text{CO}_3\text{X}_4$. Реакции такого прямого окисления приводят к резкому увеличению числа неорганических соединений (см. также [2—5]), так как одна соль типа MeX может стать родоначальником целого ряда веществ общей формулы MeXY , где Y — галогены, халькогены и др. Однако осуществить присоединение S, Se и Te к кислородным солям ртути не удается, так как последние разлагаются при температурах более низких, чем начало реакций. По этой причине мы решили реакции халькогенирования соединений одновалентной ртути провести на примере ее галогенидов.

Смешанные галогениды ртути были известны и изучены уже очень давно; к настоящему времени определены даже их кристаллические структуры [6], и поэтому останавливаться на них мы не будем.

Реакции присоединения халькогенов к галогенидам ртути проводились нами в запаянных ампулах при температурах: сера 250°, селен 350° и теллур 500°. Плавки велись в течение 10—15 часов, что оказывается вполне достаточным для завершения реакций.

Соединения с серой

Для осуществления реакции $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{S}$ мы взяли пятикратный избыток серы, который после окончания опыта отмывался сероуглеродом. В результате десятичасового сплавления получился светлосерый порошок состава $\text{Hg}_3\text{Cl}_2\text{S}_2$.

| | |
|--------------|----------------------------|
| Вычислено, % | Hg 81,67; Cl 9,62; S 8,70. |
| Найдено, > | Hg 80,9; Cl 10,0; S 9,5. |

Сера здесь, как и во всех остальных случаях, определялась в виде сульфата бария, галогены осаждались действием азотнокислого серебра (о форме, в которой анализировалась ртуть, будет подробно сказано ниже).

Плотность сульфохлорида ртути равняется 6,37, показатель преломления выше 2,0. Это соединение не растворяется в воде, кислотах и органических средах, но разлагается щелочами.

Рентгенограмма $\text{Hg}_3\text{Cl}_2\text{S}_2$, снятая на медном излучении, приведена в табл. I. Сравнение ее с набором межплоскостных расстояний для

Таблица 1

Рентгенограммы хлоридов и сульфидов ртути

| H _g Cl ₂ | H _g Cl ₂ S ₂ | | H _g S |
|--------------------------------|---|----------------|------------------|
| | интенсивн. d/n | интенсивн. d/n | интенсивн. d/n |
| С. 4,35 | о. сл. 3,59 | сл. 1,257 | с. 3,36 |
| Сл. 4,10 | о. сл. 3,30 | о. сл. 1,221 | сл. 3,16 |
| Ср. 3,40 | сл. 2,891 | о. сл. 1,195 | с. 2,85 |
| Сл. 3,20 | сл. 2,784 | о. сл. 1,164 | о. сл. 2,35 |
| С. 3,00 | ср. 2,552 | о. сл. 1,140 | сл. 2,06 |
| Ср. 2,70 | ср. 2,222 | о. сл. 1,139 | ср. 1,97 |
| сл. 2,41 | сл. 2,084 | о. сл. 1,102 | о. сл. 1,89 |
| Сл. 2,18 | сл. 1,988 | о. сл. 1,069 | сл. 1,76 |
| Сл. 2,12 | о. сл. 1,775 | сл. 1,038 | сл. 1,72 |
| Сл. 2,06 | о. сл. 1,644 | о. сл. 0,9852 | сл. 1,67 |
| Ср. 2,00 | сл. 1,597 | о. сл. 0,9678 | о. сл. 1,57 |
| Сл. 1,94 | сл. 1,548 | о. сл. 0,9407 | о. сл. 1,429 |
| Сл. 1,90 | сл. 1,511 | о. сл. 0,9218 | о. сл. 1,395 |
| Сл. 1,79 | о. сл. 1,480 | о. сл. 0,9114 | сл. 1,340 |
| Сл. 1,67 | сл. 1,445 | о. сл. 0,9023 | сл. 1,300 |
| Сл. 1,62 | о. сл. 1,393 | о. сл. 0,8929 | о. сл. 1,252 |
| Сл. 1,59 | о. сл. 1,389 | о. сл. 0,8842 | о. сл. 1,179 |
| Сл. 1,54 | сл. 1,345 | о. сл. 0,8752 | о. сл. 1,121 |
| Сл. 1,455 | сл. 1,312 | о. сл. 0,8444 | о. сл. 1,100 |
| Сл. 1,400 | сл. 1,283 | о. сл. 0,8378 | о. сл. 1,080 |
| Сл. 1,340 | | | о. сл. 1,027 |

Примечание. Здесь и далее «с.» — сильная, «ср.» — средняя, «сл.» — слабая, «о. сл.» — очень слабая.

HgCl₂ и HgS [7] доказывает индивидуальность синтезированного нами соединения.

Аналогичным образом были синтезированы соединения Hg₃Br₂S₂ и Hg₃I₂S₂.

Для сульфобромиды вычислено, %
 найдено, >
 Для сульфойодида вычислено, %
 найдено, >

Hg 72,88; Br 19,35; S 7,7;
 Hg 71,0; Br 20,2; S 9,4;
 Hg 65,43; I 27,61; S 6,97;
 Hg 63,3; I 31,0; S 5,8.

Hg₃Br₂S₂ представляет собой серый порошок с удельным весом (d) 6,71; Hg₃I₂S₂ — желто-зеленый порошок d = 6,76 г/см³. Показатели преломления обоих веществ выше 2,0. В табл. 2 приведены рентгенограммы этих соединений и для сравнения — данные по бромиду и йодиду ртути [7].

Из этой таблицы видно, что хотя некоторые линии галогенидов и присутствуют в рентгенограммах соответствующих сульфогалогенидов (что само по себе вполне понятно), общая картина межплоскостных расстояний однозначно говорит об индивидуальности синтезированных нами соединений.

Химические свойства всех сульфогалогенидов, по крайней мере качественно, практически одинаковы: они не растворяются ни в воде, ни в кислотах, ни в органических средах. Сульфогалогениды ртути не растворяются даже в царской водке, хотя при нагревании в ней (так же, как и в других кислотах-окислителях) они светлеют из-за окисления серы до сульфат-иона, что легко обнаруживается качественными реакциями. Как уже говорилось выше, щелочи разлагают эти соединения — при помещении их в концентрированные щелочные растворы образцы быстро темнеют и отщепляют галоген-ионы. Ниже на этом вопросе мы остановимся подробнее.

Таблица 2
Рентгенограммы галогенидов и сульфогалогенидов ртути

| H _g Br ₂ | H _g Br ₂ S ₂ | H _g I ₂ | |
|--------------------------------|---|-------------------------------|----------------|
| | | интенсивн. d/n | интенсивн. d/n |
| С. 6,2 | о. сл. 4,08 | сл. 4,566 | сл. 4,26 |
| Сл. 4,31 | о. сл. 3,40 | с. 3,484 | сл. 3,79 |
| С. 3,72 | с. 3,030 | сл. 2,904 | о. сл. 3,510 |
| Сл. 2,96 | сл. 2,697 | сл. 2,467 | сл. 3,156 |
| Сл. 2,51 | с. 2,627 | ср. 2,232 | сл. 3,081 |
| Ср. 2,31 | о. сл. 2,511 | о. сл. 2,160 | о. сл. 2,990 |
| Сл. 2,17 | с. 2,274 | сл. 2,100 | с. 2,723 |
| Сл. 2,08 | о. сл. 2,188 | сл. 1,878 | сл. 2,436 |
| Ср. 2,03 | сл. 1,974 | сл. 1,738 | сл. 2,344 |
| Сл. 1,93 | сл. 1,867 | сл. 1,594 | сл. 2,315 |
| Сл. 1,88 | сл. 1,821 | сл. 1,559 | о. сл. 2,254 |
| Сл. 1,83 | сл. 1,689 | сл. 1,493 | сл. 2,169 |
| Сл. 1,70 | ср. 1,610 | о. сл. 1,451 | о. сл. 2,025 |
| Сл. 1,63 | ср. 1,582 | сл. 1,371 | сл. 1,916 |
| Сл. 1,55 | о. сл. 1,502 | сл. 1,337 | о. сл. 1,871 |
| Сл. 1,490 | сл. 1,425 | сл. 1,251 | о. сл. 1,840 |
| Сл. 1,362 | о. сл. 1,387 | о. сл. 1,179 | о. сл. 1,765 |
| Сл. 1,290 | о. сл. 1,380 | о. сл. 1,159 | о. сл. 1,754 |
| Сл. 1,250 | сл. 1,317 | о. сл. 1,137 | о. сл. 1,687 |
| | сл. 1,289 | сл. 1,114 | сл. 1,650 |
| | о. сл. 1,217 | о. сл. 1,078 | о. сл. 1,631 |
| | о. сл. 1,134 | о. сл. 1,063 | о. сл. 1,556 |
| | о. сл. 1,074 | о. сл. 1,013 | о. сл. 1,478 |
| | о. сл. 1,039 | | сл. 1,459 |
| | | | о. сл. 1,420 |
| | | | о. сл. 1,409 |
| | | | о. сл. 1,371 |
| | | | о. сл. 1,363 |
| | | | о. сл. 1,323 |
| | | | о. сл. 1,253 |
| | | | о. сл. 1,186 |
| | | | о. сл. 1,146 |
| | | | о. сл. 1,100 |

Соединения с селеном

В результате взаимодействия по реакциям типа Hg₂X₂ + Se получились вещества состава Hg₃X₂Se₂, причем избыточная часть селена может быть прямо отогнана в ампуле, при разбивании которой выделяется также вытесненный галоген. После постановки опытов с точным взвешиванием исходных и конечных продуктов реакции, отмывки избыточного селена раствором сернистого натрия получение чистых селеногалогенидов в дальнейшем мы вели путем сплавления точно отмеренных количеств исходных веществ для достижения приведенного выше состава, аналогичного составу сульфогалогенидов ртути. Точное проведение анализа на селен в синтезированных соединениях оказалось весьма затруднительным из-за их малой растворимости и высокой химической стойкости. Поэтому ниже приводятся значения анализов только на металл и галогены.

Hg₃Cl₂Se₂: вычислено, %
 найдено, >
 Hg₃Br₂Se₂: вычислено, %
 найдено, >
 Hg₃I₂Se₂: вычислено, %
 найдено, >

Hg 72,45; Cl 8,54;
 Hg 69,3; Cl 8,7;
 Hg 65,45; Br 17,38;
 Hg 65,5; Br 17,7;
 Hg 59,37; I 25,04;
 Hg 58,4; I 27,7.

Селенохлорид — темно-серый порошок, $d=6,60$; селенобромид — грязно-зеленого цвета, $d=7,24$; селенойодид — темно-бордовый порошок, $d=7,00$ г/см³. Показатели преломления у всех веществ больше 2,0.

Химические свойства селеногалогенидов похожи на свойства сульфогалогенидов.

Результаты рентгеновского исследования $Hg_3X_2Se_2$ приведены в табл. 3. Рентгенограмма селенида не известна, но сравнение с данными выше рентгенограммами галогенидов ртути набора межплоскостных расстояний селеногалогенидов, так же как сравнение последних между собой, указывает на индивидуальность синтезированных нами соединений.

Таблица 3

Рентгенограммы селеногалогенидов ртути

| $Hg_3I_2Se_2$ | $Hg_3Br_2Se_2$ | | $Hg_3Cl_2Se_2$ | |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | интенсивн. d/n | интенсивн. d/n | интенсивн. d/n | интенсивн. d/n |
| о. сл. 2,360 | о. сл. 4,83 | сл. 1,900 | сл. 3,649 | сл. 1,207 |
| о. сл. 2,210 | о. сл. 4,25 | сл. 1,794 | сл. 2,846 | сп. 1,145 |
| сл. 2,111 | о. сл. 3,96 | о. сл. 1,775 | сл. 2,595 | сл. 1,111 |
| сп. 1,904 | о. сл. 3,806 | сп. 1,683 | сл. 2,412 | сл. 1,096 |
| сл. 1,565 | сп. 3,234 | сл. 1,676 | о. сл. 2,333 | о. сл. 1,081 |
| о. сл. 1,499 | сл. 2,993 | сл. 1,619 | сл. 2,126 | о. сл. 1,063 |
| сл. 1,414 | сл. 2,789 | сл. 1,607 | о. сл. 2,014 | сл. 1,049 |
| сл. 1,380 | с. 2,660 | о. сл. 1,592 | о. сл. 1,928 | сл. 1,043 |
| сл. 1,358 | о. сл. 2,557 | о. сл. 1,412 | о. сл. 1,847 | о. сл. 0,9994 |
| о. сл. 1,244 | о. сл. 2,482 | о. сл. 1,393 | с. 1,769 | о. сл. 0,9839 |
| о. сл. 1,163 | с. 2,428 | сп. 1,372 | сл. 1,704 | о. сл. 0,9736 |
| о. сл. 1,149 | с. 2,331 | сл. 1,328 | сл. 1,595 | о. сл. 0,9526 |
| сл. 1,130 | сл. 2,179 | о. сл. 1,216 | сл. 1,548 | о. сл. 0,9321 |
| | о. сл. 2,083 | сл. 1,169 | сл. 1,466 | о. сл. 0,9196 |
| | о. сл. 1,971 | о. сл. 1,136 | о. сл. 1,427 | о. сл. 0,9004 |
| | сл. 1,923 | о. сл. 1,130 | о. сл. 1,391 | о. сл. 0,8865 |
| | | | о. сл. 1,333 | о. сл. 0,8778 |
| | | | о. сл. 1,295 | о. сл. 0,8696 |
| | | | сп. 1,276 | о. сл. 0,8597 |
| | | | сл. 1,233 | о. сл. 0,8549 |

Соединения с теллуrom

При реакциях типа $3HgX + 2Te$ получились вещества следующего состава.

| | |
|-------------------------------|---------------------|
| $Hg_3Cl_2Te_2$: вычислено, % | Hg 64,85; Cl 7,64; |
| найдено, » | Hg 61,3; Cl 7,5. |
| $Hg_3Br_2Te_2$: вычислено, » | Hg 54,88; Br 21,86; |
| найдено, » | Hg 50,6; Br 21,3. |
| $Hg_3I_2Te_2$: вычислено, » | Hg 48,62; I 30,51; |
| найдено, » | Hg 44,8; I 27,8. |

Составы этих соединений установлены с наибольшими (по сравнению с предыдущими случаями) ошибками, что вызвано большими трудностями анализа. Однако нашим аналитическим данным не могут соответствовать никакие другие рациональные составы. Избыточное количество брома в теллуробромиде ртути против требований валентности также находится в согласии с установленными ранее составами смешанных соединений ртути [1, 8].

Теллурахлорид ртути представляет собой порошок темно-серого цвета и имеет $d=7,12$; теллуробромид — темно-зеленый порошок, $d=7,28$; теллурийодид имеет темно-бордовый цвет и $d=7,08$ г/см³ (результаты их

рентгеновского исследования см. в табл. 4). Химические свойства этих соединений характеризуются чрезвычайной инертностью ко всем химическим средам, кроме щелочей, которые отмывают галогены (см. ниже).

Таблица 4

Рентгенограммы теллуругалогенидов ртути

| $Hg_3I_2Te_2$ | $Hg_3Br_2Te_2$ | $Hg_3Cl_2Te_2$ |
|------------------|------------------|------------------|
| интенсивн. d/n | интенсивн. d/n | интенсивн. d/n |
| сл. 3,366 | сл. 3,963 | о. сл. 5,69 |
| о. сл. 3,145 | сл. 3,828 | о. сл. 4,75 |
| сл. 3,102 | сл. 3,030 | сл. 3,756 |
| о. сл. 2,932 | сл. 2,764 | о. сл. 3,336 |
| сл. 2,841 | сл. 2,583 | о. сл. 3,056 |
| о. сл. 2,739 | сл. 2,541 | сл. 2,919 |
| сп. 2,415 | сл. 2,396 | о. сл. 2,702 |
| о. сл. 2,364 | о. сл. 2,231 | о. сл. 2,566 |
| о. сл. 2,285 | о. сл. 2,135 | сл. 2,454 |
| о. сл. 2,210 | о. сл. 2,038 | сл. 2,311 |
| сп. 2,206 | сл. 1,954 | сп. 2,212 |
| о. сл. 2,120 | сп. 1,874 | о. сл. 2,191 |
| сл. 2,021 | сл. 1,745 | о. сл. 2,057 |
| сл. 1,868 | сл. 1,692 | о. сл. 1,984 |
| о. сл. 1,811 | сп. 1,647 | о. сл. 1,947 |
| о. сл. 1,756 | сл. 1,560 | о. сл. 1,928 |
| о. сл. 1,719 | о. сл. 1,540 | сл. 1,822 |
| о. сл. 1,684 | о. сл. 1,474 | сл. 1,725 |
| сл. 1,667 | сп. 1,352 | о. сл. 1,716 |
| о. сл. 1,650 | сл. 1,299 | о. сл. 1,667 |
| о. сл. 1,567 | сл. 1,277 | о. сл. 1,597 |
| | о. сл. 1,273 | о. сл. 1,541 |
| | о. сл. 1,215 | о. сл. 1,520 |
| | сл. 1,177 | о. сл. 1,469 |
| | сл. 1,130 | о. сл. 1,401 |
| | сл. 1,109 | о. сл. 1,333 |

Оксихалькогениды ртути

Как уже говорилось выше, при обработке халькогалогенидов ртути щелочами они чернеют и становятся похожими на Hg_2O или HgS . В щелочной вытяжке находятся ионы галогенов, но отсутствуют халькогены. Претерпевший же изменение образец не растворяется в кислотах и даже в царской водке, как это должно быть с окисью ртути или HgS , и имеет совершенно другой удельный вес. Последний отличается и от плотности сернистой ртути или $HgSe$, или $HgTe$.

Анализ продуктов щелочной обработки всех сульфогалогенидов ртути показал, что, несмотря на различие галогенов, в результате получается одно и то же вещество Hg_3OS_2 :

| | |
|--------------|-------------------|
| найдено, % | Hg 87,5; S 10,2; |
| вычислено, » | Hg 88,24; S 9,40. |

Измерение плотностей всех образцов оксисульфидов ртути, полученных из разных сульфогалогенидов, дает приблизительно одинаковые результаты и среднее значение $d=7,5$ г/см³.

Аналогичным образом были получены оксиселениды и оксителлуриды ртути, их плотности: $d_{Hg_3OSe_2}=5,2$ и $d_{Hg_3OTe_2}=8,7$ г/см³. В табл. 5 приведены рентгенограммы оксихалькогенидов, полученные путем усреднения рентгенограмм разного происхождения.

Таблица 5

Рентгенограммы окиси и оксихалькогенидов ртути

| Hg ₂ O | Hg ₂ OS ₂ | Hg ₂ OSE ₂ | Hg ₂ OTe ₂ |
|-------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| интенсивн. d/n | интенсивн. d/n | интенсивн. d/n | интенсивн. d/n |
| с. 2,96 | ср. 3,33 | с. 3,48 | ср. 3,64 |
| с. 2,83 | сл. 2,91 | с. 2,95 | сл. 2,94 |
| ср. 2,75 | сл. 2,38 | о. сл. 2,83 | с. 2,26 |
| с. 2,40 | сл. 2,07 | о. сл. 2,76 | ср. 1,93 |
| ср. 1,81 | о. сл. 1,93 | сл. 2,40 | ср. 1,821 |
| о. сл. 1,75 | сл. 1,81 | с. 2,128 | сл. 1,60 |
| сл. 1,64 | ср. 1,75 | с. 1,816 | сл. 1,47 |
| сл. 1,60 | о. сл. 1,70 | сл. 1,743 | ср. 1,33 |
| ср. 1,486 | о. сл. 1,67 | сл. 1,618 | сл. 1,31 |
| сл. 1,440 | о. сл. 1,50 | о. сл. 1,568 | о. сл. 1,23 |
| о. сл. 1,413 | о. сл. 1,43 | ср. 1,472 | о. сл. 1,18 |
| о. сл. 1,378 | о. сл. 1,41 | о. сл. 1,436 | о. сл. 1,14 |
| сл. 1,200 | о. сл. 1,39 | о. сл. 1,416 | о. сл. 1,085 |
| сл. 1,187 | сл. 1,34 | сл. 1,386 | о. сл. 1,065 |
| о. сл. 1,161 | сл. 1,30 | сл. 1,235 | о. сл. 1,016 |
| о. сл. 1,148 | о. сл. 1,25 | сл. 1,189 | о. сл. 0,981 |
| о. сл. 1,103 | о. сл. 1,19 | о. сл. 1,136 | о. сл. 0,961 |
| о. сл. 1,079 | | сл. 1,118 | о. сл. 0,944 |
| о. сл. 1,050 | | о. сл. 1,103 | о. сл. 0,928 |
| о. сл. 1,026 | | о. сл. 1,083 | о. сл. 0,900 |
| о. сл. 0,982 | | сл. 1,024 | о. сл. 0,861 |
| о. сл. 0,943 | | о. сл. 0,987 | о. сл. 0,836 |

Сравнение межплоскостных расстояний оксисульфида с рентгенограммами оксида и сульфида ртути (см. табл. 4 и 5) показывает, что больше половины линий оксисульфида совершенно индивидуальны или по величине, или по интенсивности, что указывает на наличие нового химического соединения.

Оксихалькогениды ртути обладают высокой химической и термической стойкостью и поэтому были использованы нами в качестве аналитической формы для определения ртути. Анализ производился следующим образом: образец (0,2—0,3 г) помещался в щелочной раствор (5 г КОН на 100 мл воды), который нагревался до кипения. В результате этого галоген-ионы переходили в раствор, а в осадке оставался оксисульфид, который после промывки и высушивания взвешивался и пересчитывался на металл.

В заключение работы интересно отметить, что сульфохлорид ртути может быть получен и другим путем: как отмечает Брауер [9], Hg₂Cl₂S₂ получается в виде промежуточного продукта при взаимодействии сероводорода с водным раствором сулемы. Очевидно, что остальные халькогалогениды ртути также могут быть получены (например, сплавлением) из соответствующих галогенидов и халькогенидов двухвалентной ртути. Было бы весьма интересно сопоставить свойства одних и тех же соединений, полученных разными путями.

Выводы

1. Получены и исследованы 9 смешанных халькогалогенидов ртути: Hg₂Cl₂S₂, Hg₂Br₂S₂, Hg₂I₂S₂, Hg₂Cl₂Se₂, Hg₂Br₂Se₂, Hg₂I₂Se₂, Hg₂Cl₂Te₂, Hg₂Br₂Te₂, Hg₂I₂Te₂.

2. При взаимодействии халькогалогенидов со щелочами происходит отщепление галоген-ионов и образуются оксихалькогениды состава: Hg₂OS₂, Hg₂OSE₂, Hg₂OTe₂. Сняты рентгенограммы и изучены свойства этих соединений.

Институт неорганической химии
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
9/1 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Бацанов, М. С. Концевич, Ж. общ. химии, 29, 1985 (1959).
2. С. С. Бацанов, Л. И. Горогоцкая, Ж. неорг. химии, 4, 62 (1959).
3. С. С. Бацанов, Л. И. Горогоцкая, Изв. СО АН СССР, № 3, 42 (1959).
4. С. С. Бацанов, Е. Д. Ручкин, Ж. неорг. химии, 4, 1728 (1959).
5. С. С. Бацанов, Ю. А. Литвин, Изв. СО АН СССР, № 9, 63 (1959).
6. З. В. Звонкова, Г. С. Жданов, Ж. физ. химии, 26, 586 (1952).
7. А. И. Китайгородский, Рентгеноструктурный анализ мелкокристаллических и аморфных тел. Гостехиздат, М., 1952.
8. K. Naik, M. Avastare, Quart. J. Indian Chem. Soc. 1, 75 (1924).
9. Г. Брауер, Руководство по препаративной неорганической химии. ИЛ, М., 1956.

А. В. НИКОЛАЕВ, А. А. СОРОКИНА, Г. И. ГОЛУБЬ

НЕКОТОРЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РАСТВОРЕНИЯ ПОЧЕЧНЫХ КАМНЕЙ

Почечные камни часто встречаются в виде обычных труднорастворимых неорганических солей (фосфат, карбонат и оксалат кальция, магнийаммонийфосфат и др.). В их состав обычно входит мочева кислота и ее соли (ураты). Химики имеют достаточное количество реагентов для растворения этих составляющих камней, но необходимость производить растворение в живом организме значительно ограничивает их выбор. Нельзя, например, использовать сильно кислую или сильно щелочную среду. Допустимая реакция среды очень ограничена и приближается к пределам pH от 5 до 9; между тем в более кислой среде могли бы растворяться оксалаты, а в более щелочной — мочева кислота. Очевидно также, что растворитель должен быть безвреден и действующая его концентрация не должна вызывать сильного обезвоживания живой ткани.

В настоящее время широко применяется для разных целей, в том числе и для растворения трудно растворимых соединений, особый класс реагентов — комплексоны [1]. К ним относятся трилон Б (натриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты) и комплексон IV (циклогександиаминтетрауксусная кислота).

Многими авторами возлагаются большие надежды на использование комплексонов в урологической практике, но численных данных о растворимости в присутствии комплексонов ингредиентов почечных камней опубликовано очень мало, из-за чего трудно оценить действительные возможности этих интересных реактивов.

Почечные камни по своему химическому составу неоднородны, что также усложняет изучение путей их растворения. По составу камни разделяют на группы [2]: фосфаты, оксалаты, ураты, карбонаты и т. д.

Наши результаты спектрального анализа золы* обожженных мочевых камней, относящихся к группе уратов и оксалатов, даны в табл. 1.

Химический анализ фосфатного камня дал следующие результаты:

P — 17,5, Ca — 10, Mg — 5%.

Данные других авторов для того же типа камней:

| Пробы | 1 | 2 | 3 |
|-------|--------|-------|-------|
| P | — 15,5 | 15,0 | 18,0% |
| Ca | — 13,1 | 18,64 | 29,3% |

Соль CaHPO_4 содержит Ca 29,2% и P 23,3%, а $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ — 9,75% Mg и 12,3% P.

Приняв, что в проанализированном нами камне 50% составляет $\text{MgNH}_4\text{PO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и 50% фосфата Ca, получим по расчету: Mg — 5%.

* Потери при прокаливании уратов приближаются к 90%, оксалатов — к 50%.

Таблица 1

Спектральный анализ мочевых камней
(содержание элементов, % от веса камня до прокаливания)

| Обнаруженные элементы | Ураты | Оксалаты | |
|-----------------------|-------------|-------------|--------|
| | 1 | номера проб | |
| | | 2 | 3 |
| Ag | 0,0003 | — | 0,001 |
| Al | 0,1 | 0,005 | 0,03 |
| Cl | — | 0,03 | — |
| Ca | основа | основа | основа |
| Cu | 0,05 | 0,0005 | 0,005 |
| Fe | 0,1 | 0,005 | 0,005 |
| Mg | 3 | 1 | 1 |
| Mn | — | — | 5,10 |
| Na | очень много | 0,8 | 0,6 |
| Ni | — | 0,001 | — |
| Pb | 0,005 | 0,007 | 0,01 |
| Si | 0,3 | 0,003 | 0,5 |
| Sr | 0,008 | 0,08 | 0,1 |

Примечание. Искались, но не обнаружены следующие элементы: Ba, Be, Bi, Cd, Co, In, La, Lu, Mo, Sb, P, Ta, Te, Th, Ti, V, Zr, W, U, Y, Yb, Cr, Zn, Sn.

Ca — 10,45% и P — 14,3%. Другими словами, встает интересная задача изучения фазового состава почечных камней.

Приводим здесь также некоторые данные качественного спектрального анализа камней, опубликованные в отечественной и иностранной литературе [3, 4]:

| | B | Li | Fe | Cd | Zn | Ag | Al |
|---------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Шойер | 6/30* | нет | 20/30 | 6/30 | 16/30 | 1/30 | 6/30 |
| Ковалев | нет | 27/39 | 18/39 | 1/39 | 6/39 | 19/39 | 35/39 |

При однородном составе камней нетрудно подыскать определенный растворитель. Так, по нашим наблюдениям и наблюдениям других авторов, фосфаты и двойные фосфаты кальция и магния хорошо растворяются в почти нейтральном 3—5%-ом растворе трилона Б (pH раствора 7—8).

В нескольких случаях нам удалось растворить 1 г мочевого камня, состоящего из фосфат-карбоната кальция, в 100 мл 5%-ного трилона Б.

Трилон Б представляет собой натриевую соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, и для растворения камней, например, в мочевом пузыре, указанный реагент представляется безвредным. Для внутреннего (*per os*) и внутривенного употребления рекомендовать его не следует, так как он прочно связывает большие количества кальция и его действие может привести к смертельному исходу.

Известны и другие комплексоны, в частности, дающие в 10 раз более прочные комплексы с кальцием и магнием, чем трилон Б. Поэтому растворение камней, содержащих более труднорастворимые соли щавелевой и мочево кислоты, также не должны вызывать принципиальных затруднений.

* Числитель — число камней, содержащих данный элемент, знаменатель — общее число изученных камней.

Нами установлено, что такое труднорастворимое соединение, как оксалат кальция (растворимость в воде — 5 мг/л, или для перевода 1 г в раствор требуется 200 л воды), может быть переведено в раствор при действии комплексона IV с затратой небольшого количества раствора при pH среды 7—8. В растворах трилона Б оксалат кальция растворяется мало.

Мы изучали растворимость шавелевокислого кальция в литиевой соли* комплексона IV при различной его концентрации и различном pH при 37°С (табл. 2). Из табл. 2 видно, что растворимость шавелевокислого кальция в литиевой соли комплексона IV равна 3—10 г/л в условиях, приемлемых для живого организма.

Таблица 2

Растворимость шавелевокислого кальция (в %) в зависимости от концентрации литиевой соли комплексона IV, pH раствора и времени ($t = 37^\circ\text{C}$)

| pH раствора | 7 | | | 8 | | | 9 | | | |
|---------------|--|------|-------|------|------|------|------|--|--|--|
| | Концентрация литиевой соли комплексона IV, % | | | | | | | | | |
| Время, ч | 3,32 | 5,45 | 10,15 | 3,23 | 5,45 | 4,38 | 9,1 | | | |
| 1 | — | 0,36 | — | — | 0,5 | 0,85 | 0,53 | | | |
| 2 | 0,6 | 0,47 | — | — | 0,55 | 0,97 | 0,67 | | | |
| 3 | — | 0,57 | 0,86 | — | 0,73 | 1,04 | 0,83 | | | |
| 6 | — | 0,6 | 0,96 | — | 0,88 | 1,16 | 1,19 | | | |
| 12 | 0,71 | 0,6 | 1,04 | 0,6 | 0,91 | 1,32 | 1,38 | | | |
| 24 | 0,77 | 0,6 | 1,09 | 0,65 | 0,91 | 1,32 | 1,35 | | | |

В процесс растворения, вероятно, можно включить несколько литров раствора.

Являясь конечным продуктом пуринового обмена в организме человека в патологических случаях (при подагре, нефрите и т. д.), мочевая кислота может накапливаться в значительных количествах. По своей химической природе она является слабой двухосновной кислотой и, как большинство ее кислых солей, обладает слабой растворимостью в воде (25 мг/л). Нейтральные ее соли растворяются несколько лучше и легко гидролизуются в водных растворах.

Изучением растворимости мочевой кислоты занимались давно, преимущественно в минеральных кислотах, щелочах и различных солях. В Томском политехническом институте изучались растворимости мочевой кислоты в органических аминах. По этим данным 0,1%-ный раствор, например, метиламина растворяет до 6 г мочевой кислоты в литре, а 1%-ный раствор — 30 г; 0,1%-ный раствор диметиламина растворяет 6 г мочевой кислоты на литр, а 1%-ный его раствор — 29 г. Но, к сожалению, помимо токсичности 1%-ный раствор диметиламина имеет сильно щелочную реакцию (pH выше 9) и потому вряд ли может быть использован в урологической практике.

Наше внимание было обращено на растворение мочевой кислоты в растворах солей лития. Были получены данные о растворимости мочевой кислоты в растворах бората лития различной концентрации при 37°С и pH 7—9 (табл. 3)**. Оказалось, что борат лития является хорошим растворителем мочевой кислоты: 2,5%-ный его раствор при pH 8 растворяет 7 г мочевой кислоты на литр, а при pH 9 даже 16 г. Интерес-

* Ураты лития хорошо растворимы.

** Борат выбран потому, что мочевая кислота сильнее борной и легко вытесняет ее из солей. pH в таком растворе не меняется, поскольку это типичный буферный раствор.

Таблица 3

Растворимость мочевой кислоты (в %) в зависимости от концентрации раствора бората лития, pH раствора и времени ($t = 37^\circ\text{C}$)

| pH раствора | 7 | | | | 8 | | | | 9 | | | |
|---------------|------------------------------|------|------|------|---|------|------|------|------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| | Концентрация бората лития, % | | | | | | | | | | | |
| Время, ч | 1 | 2,5 | 5 | 10 | 1 | 2,5 | 5 | 10 | 1 | 2,5 | 5 | 10 |
| 1 | — | 0,52 | — | 0,44 | — | 0,70 | 0,60 | — | — | 1,15 | — | 1,45 ³ |
| 2 | — | 0,54 | — | 0,50 | — | 0,74 | 0,68 | — | — | 1,46 | 0,81 | — |
| 3 | 0,17 | 0,58 | 0,52 | 0,52 | — | 0,79 | 0,72 | 0,58 | 0,5 ¹ | 1,50 | 0,94 | 0,72 ⁴ |
| 6 | — | 0,58 | 0,54 | 0,54 | — | 0,79 | 0,81 | 0,60 | — | 1,64 | 1,2 ¹ | — |
| 12 | — | — | 0,56 | 0,56 | — | — | 0,81 | 0,64 | — | 0,83 ² | — | — |
| 24 | — | 0,58 | 0,56 | 0,64 | — | — | — | — | — | гель во всем объеме | — | 0,31 ⁵ |

¹ Раствор мутный.

² раствор превратился в гель.

³ проба взята в момент растворения.

⁴ появился желеобразный осадок.

⁵ идет явный процесс синерезиса.

но, что с повышением концентрации раствора бората лития (2,5—10,0%) при pH 7—8 замечается снижение растворимости мочевой кислоты, а 10%-ный раствор (pH 9) сначала очень быстро растворяет значительные количества мочевой кислоты (15 г/л), однако затем во всем объеме образуется гель, который далее расслаивается (синерезис).

Растворимость мочевой кислоты в растворе хлористого лития при концентрации, соответствующей 5%-ному борату лития, при pH 8 и 9 оказалась равной 0,16%, т. е. 1,6 г в литре или почти в пять раз менее. 2,5%-ная концентрация раствора бората лития является, видимо, наиболее подходящей для растворения мочевой кислоты.

Из сказанного следует, что несмотря на жесткие условия (температура 37°, pH раствора 7—9) можно подыскать растворители для таких труднорастворимых солей, как фосфат и оксалат кальция (магния), а также для мочевой кислоты.

Но, как мы раньше указывали, камни, однородные по своему составу, встречаются редко. Большинство мочевых камней имеют сложный состав: оксалаты смешаны с уратами, фосфаты с уратами и оксалатами, карбонаты с фосфатами и т. д. Неорганические ингредиенты иногда чередуются послойно, а потому часто бывает, что камни, отнесенные к той или иной группе, не растворяются в надлежащем реагенте. К тому же белковые вещества, входящие в состав камней (капсулы), в ряде случаев действуют как защитные пленки и мешают действию реагентов. Вымачивание почечных камней в растворе пепсина и трипсина при соответствующих pH положительного эффекта в отношении белковой капсулы не дало. Работа в этом направлении продолжается.

По нашим данным, единым реактивом для растворения неорганических солей и мочевой кислоты почечных камней является литиевая соль комплексона IV совместно с боратом лития* при pH 7—9. Борат лития растворяет мочевую кислоту, а литиевая соль комплексона IV переводит

* При наличии уратов дополнительно вводится перманганат, что приводит к окислению аниона мочевой кислоты и ураты переходят в раствор.

в раствор кальциевые и магниевые соединения (фосфаты, оксалаты, карбонаты и т. д.).

Действие на живой организм упомянутых соединений не внушает серьезных опасений, но, разумеется, необходимо провести детальное изучение их действия на слизистые оболочки и др.

Можно допустить, что мочекаменная болезнь возникает при нарушении поступления в почки своеобразных «комплексон» организма. В самом деле, с пищей вводится в организм человека большое количество кальция, магния, фосфатов, а в результате обмена веществ выделяются щавелевая, мочевая кислоты и их соли.

Если вспомнить, что в 1,2—1,5 л воды может раствориться всего около 40 мг мочевой кислоты, около 5—6 мг оксалата кальция, а за сутки с мочой у человека уходит в среднем 700 мг мочевой кислоты и до 500 мг кальция и все же мочекаменная болезнь не является правилом, то станет понятным допущение, что в моче находятся вещества, аналогичные комплексонам.

Изучение этих предполагаемых природных комплексообразователей представляет большой интерес, в частности, для введения их, например, через кровь или с пищей и т. п.

Методы определения растворимости щавелевокислого кальция и мочевой кислоты

Для анализа раствора мочевой кислоты в борате лития был применен перманганатный метод, а для щавелевокислого кальция в литиевой соли комплексона IV — метод обратного титрования.

Перманганатный метод определения мочевой кислоты. 1 мл раствора переносят в стакан емкостью 100 мл, в него же вливают дистиллированную воду (30—40 мл), 5 мл 20%-ной H_2SO_4 , нагревают до 70—75°C и титруют 0,01н. раствором $KMnO_4$ до появления розовой окраски.

По израсходованному объему раствора $KMnO_4$ судят о количестве мочевой кислоты в 1 мл раствора, а затем перечисляют на 100 мл или 1000 мл. Титр раствора 0,01н. $KMnO_4$ устанавливают по известной навеске мочевой кислоты.

Определение щавелевокислого кальция в растворе литиевой соли комплексона IV. 1 мл раствора литиевой соли комплексона IV титруют 0,01н. раствором соли кальция или магния в присутствии аммиачного буфера и индикатора. Затем после реакции щавелевокислого кальция с литиевой солью комплексона IV отбирают 1 мл раствора и титруют его раствором кальция или магния в тех же условиях, в которых титровали чистую литиевую соль комплексона IV. По разности раствора, пошедшего на титрование комплексона IV, до и после реакции вычисляют количество $CaC_2O_4 \cdot H_2O$, перешедшее в раствор.

Выводы

1. В работе показана возможность растворения некоторых входящих в почечные камни кальциевых и магниевых солей (карбонатов, фосфатов и двойных фосфатов) с помощью трилона Б (pH 7—9). В 1 л можно растворить 10 г.

2. Для более труднорастворимых ингредиентов тех же камней, например оксалата кальция, переход в раствор обеспечивает комплексон IV (pH 7—9). В 1 л можно растворить от 3 до 10 г.

3. Мочевая кислота хорошо и быстро растворяется в литиевой соли борной кислоты при pH 7—9. При pH 9 и при больших концентрациях (5—10%) раствор целиком переходит в гель, который в дальнейшем расслаивается.

4. Ураты переходят в раствор при окислительном действии перманганата (pH 7—9).

5. Предложен и испытан растворитель, способный перевести в раствор все неорганические ингредиенты почечных камней, а также мочевую кислоту: раствор 5%-ный по литиевой соли комплексона IV и 2,5%-ный по борату лития при pH 7—9.

6. Это растворитель при введении в него перманганата калия (до 1—2%) становится способным, кроме указанных в пункте 5 веществ, растворять и ураты.

7. Так как предложенный растворитель не содержит вредных веществ, то его испытание, по нашему мнению, целесообразно, особенно при наличии некапсулированных отложений солей и мочевой кислоты, в частности отложений в виде песка.

8. Многие почечные камни содержат неорганические ингредиенты, мочевую кислоту и ураты в белковой оболочке, которая противостоит пепсину и трипсину. Эта белковая капсула в большинстве случаев не позволяет растворить небелковые составляющие.

9. Высказано предположение о наличии в организме естественных комплексон.

Институт неорганической химии
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
5/V 1961

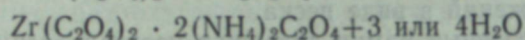
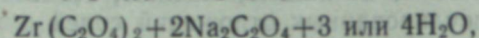
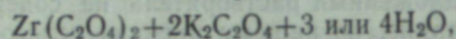
ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Прибил. Комплексоны в химическом анализе. ИЛ, 1960; Г. Швацбах. Комплексометрия. ИЛ, 1958.
2. Л. Н. Кузменко. Мочекаменная болезнь. Госмедиздат УССР, Киев, 1960
3. Семенов, Трегубенко. Мочевая кислота и ее соли. Биохимия, т. 23, вып. 1, 1958.
4. W. I. Bladell, H. T. Knight, Anal. Chem. 26, 741 (1954).

Б. В. ПТИЦЫН, Л. Н. ШЕРОНОВ

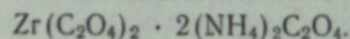
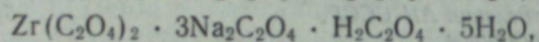
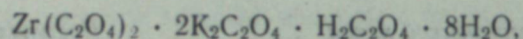
О КОМПЛЕКСНОМ ОКСАЛАТЕ ЦИРКОНИЯ

Щавелевокислые соединения циркония состава



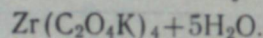
были получены Паукулем [1] уже в 1879 г. Так как статья Паукуля оказалась для нас недоступной, метод получения этих соединений и их свойства нам не были известны.

Более поздние данные Венабла и Баскервилла [2] о составе двойных оксалатов циркония



находятся в некотором противоречии с данными Паукуля. Венабл и Баскервилл получили соединения растворением гидроокиси циркония в щавелевой кислоте. К полученному раствору они добавляли соответственно раствор NaOH, KOH или NH₄OH. После упаривания и охлаждения из раствора выпадали кристаллы, для которых был установлен приведенный выше состав. Электропроводность растворов этих соединений не измерялась, структура их не устанавливалась.

Альфред Мандль [3] растворением гидроокиси циркония в кислом щавелевом калии получил соединение следующего состава:

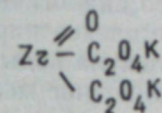


В его работе отмечалось, что это соединение легко растворимо в холодной воде, с фенолфталеином и метилоранжем показывает нейтральную реакцию. Мандль утверждает, что соединение имеет комплексный характер, однако никак не доказывает этого.

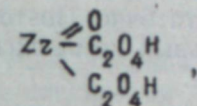
Данные Мандля о составе комплексного оксалата циркония были подтверждены А. А. Гринбергом и В. И. Астапович [4]. Эти авторы выделили комплексный оксалат циркония и методом смещенного равновесия вторичной диссоциации индивидуального комплексного соединения определили ориентировочно величину первой константы нестойкости.

Растворением гидроокиси циркония в щавелевой кислоте, наполовину насыщенной аммиаком, Мандлем были получены мелкие моноклинные кристаллы, которые имели формулу $\text{Zr}(\text{C}_2\text{O}_4\text{NH}_4)_4 + 6\text{H}_2\text{O}$. Данные о составе этой соли находятся в соответствии как с данными Венабла и Баскервилла, так и с данными Паукуля. Однако это соединение, вопреки данным Венабла и Баскервилла, перекристаллизовывалось без гидролиза и содержало кристаллизационную воду.

Предположение Мандля о существовании соли



и соответствующей ей кислоты



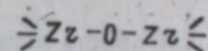
которую ему не удалось выделить, заинтересовало Л. М. Зайцева, Л. К. Шубочкина и Ф. С. Бочкарева [5].

Цирконилщавелевая кислота была ими получена смешиванием концентрированных спиртовых растворов щавелевой кислоты и цирконилхлорида. Авторы отмечают, что цирконилщавелевая кислота легко гидролизует водой с образованием цирконилоксалатов. При нагревании до 320—350° она разлагается с образованием ZrO₂.

Бобтельский и Бен-Бессат [6] титрованием растворов ZrO(NO₃)₂ растворами K₂C₂O₄ и при обратном титровании установили образование оксалатных комплексных соединений циркония разного состава.

В отсутствии посторонних электролитов при pH=2—4 образуются растворимые комплексы, в которых отношение циркония к оксалату равно 3 : 1 и 2 : 3, и нерастворимые комплексы с соотношениями 2 : 1; 3 : 2 и 1 : 1. В присутствии уксусной кислоты растворимы комплексы с соотношениями 4 : 1 и 2 : 3 и не растворимы соединения, в которых соотношения Zr к Ox равны 2 : 1 и 1 : 1.

Бобтельский и Бен-Бассат считают, что в пределах pH от 1 до 7 идут гетерогенные цепные реакции, в которых участвует двухядерный катион



или катион $[\text{Zr}_2\text{O}(\text{OH})_n]^{(6-n)+}$.

Потенциометрическим титрованием 0,1 M раствора Zr(NO₃)₄ раствором оксалата натрия Моханти, Сингх и Мурти [7] установили существование в растворах нескольких комплексных оксалатов циркония, в которых цирконий соответственно соединен с 4, 6 и 8 оксалатными ионами. Эти комплексные соединения, по данным авторов, имеют следующий состав: $\text{Zr}(\text{C}_2\text{O}_4)_2 \cdot 2\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$; $\text{Zr}(\text{C}_2\text{O}_4)_2 \cdot 4\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$; $\text{Zr}(\text{C}_2\text{O}_4)_2 \cdot 6\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Данные этих авторов о составе первого комплексного соединения совпадают с данными как Паукуля, так и Мандля. Координационное число циркония в этом комплексном соединении должно быть равно 8.

А. Н. Ермаков, В. К. Беляев, И. Н. Маров, М. К. Чмутов [8] методом ионного обмена доказали, что в растворах, содержащих избыток оксалата калия, pH которых равен 5,8—6,2, преобладает комплексный анион состава $[\text{Zr}(\text{C}_2\text{O}_4)_5]^{6-}$.

Обсуждая вопрос о координационном числе циркония в приведенном соединении и приводя высказывание И. И. Черняева и др. о том, что

координационное число тория в подобном карбонатном комплексе равно 6, авторы предполагают, что аналогичное явление может наблюдаться и в случае оксалатного комплекса циркония, в котором во внутреннюю сферу может входить молекула воды, а каждая оксалатная группа будет занимать одно координационное место.

Из приведенного видно, что наиболее вероятный состав комплексного оксалата циркония, который можно выделить, следующий: $\text{Me}_4[\text{ZrC}_2\text{O}_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, где Me — одновалентный ион. Однако координационная формула этого соединения никем не установлена, а его свойства изучены далеко не достаточно. Поэтому нам казалось целесообразным выделить индивидуальный комплексный оксалат циркония и подробно изучить его свойства.

Синтез комплексного оксалата циркония проводился по методике, предложенной Мандлем [3]. В качестве исходных веществ были взяты химически чистый азотнокислый цирконий и дважды перекристаллизованные химически чистые щавелевая кислота и щавелевокислый калий.

Полученное вещество после повторной перекристаллизации было высушено на воздухе и проанализировано.

Щавелевая кислота определялась титрованием вещества перманганатом калия в сернокислом растворе.

Ион $[\text{Zr}(\text{C}_2\text{O}_4)_4]^{4-}$ отделялся от иона калия хроматографическим методом. После промывания колонки водой цирконий определялся в фильтрате весовым способом [9]. Содержание калия определялось по методике, описанной нами ранее [10].

Кристаллизационная вода определялась выдерживанием навески исследуемого вещества (0,7—1,0) до постоянного веса сначала в эксикаторе над серной кислотой, а затем в сушильном шкафу при 110°. Температура разложения оксалатного комплекса циркония, определенная по ранее приведенной методике [10], оказалась равной 137—140°. Результаты анализа воздушно-сухого вещества приведены в табл. 1.

Молярные отношения $\text{K} : \text{Zr} : \text{C}_2\text{O}_4 : \text{H}_2\text{O} = 3,99 : 0,99 : 4 : 4,04$.

Координационная формула оксалатного комплекса циркония была найдена измерением молекулярной электропроводности и определением молекулярного веса.

Молекулярная электропроводность растворов исследуемого соединения измерялась по методу Кольрауша с генератором звуковой частоты $3\Gamma = 10$ и электронным осциллографом ЭО-7. Измерение производилось при температуре $25 \pm 0,1^\circ$.

Таблица 1

| Данные анализа $\text{K}_4[\text{Zr}(\text{C}_2\text{O}_4)_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | | |
|---|----------------------------------|--------------|
| Элементы и группы | Найдено, % (среднее значение) | Вычислено, % |
| Zr | 13,49 ± 0,08 | 13,58 |
| C_2O_4 | 52,4 ± 0,3 | 52,41 |
| K | 28,2 ± 0,1 | 23,28 |
| H_2O | 10,83 ± 0,06 | 10,73 |

Полученные данные приведены в табл. 2.

Молекулярный вес исследуемого соединения в водном растворе определялся обычным криоскопическим методом. Полученные результаты приведены в табл. 3.

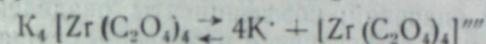
Таблица 2

| Молекулярная электропроводность растворов $\text{K}_4[\text{Zr}(\text{C}_2\text{O}_4)_4]$ | |
|---|---|
| $V, \text{л}$ | $\lambda, \text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$ |
| 128 | 398 |
| 256 | 461 |
| 512 | 512 |
| 1024 | 554 |

Определение молекулярного веса исследуемого соединения

| Молекулярная концентрация $\text{K}_4[\text{Zr}(\text{C}_2\text{O}_4)_4]$ | Средняя температура заморозания воды, °C | Средняя температура заморозания раствора, °C | Δt | Найденный молекулярный вес | Вычисленный молекулярный вес | i |
|---|--|--|------------|----------------------------|------------------------------|------|
| $4,5 \cdot 10^{-2}$ | 3,752 | 3,710 | 0,042 | 120 | 599,7 | 4,99 |
| $7,2 \cdot 10^{-2}$ | 3,752 | 3,687 | 0,065 | 124 | 599,7 | 4,99 |

На основании данных о молекулярной электропроводности исследуемого соединения в водном растворе и данных, полученных при определении молекулярного веса, был сделан вывод о том, что полученное вещество в растворах диссоциирует на 5 ионов по схеме



и является комплексным тетраоксалатоцирконеатом калия.

Величина pH водных растворов тетраоксалатоцирконеата калия измерялась с помощью стеклянного электрода на pH -метре типа ЛП-5 при температуре 25°. Полученные данные приведены в табл. 4.

Выводы

1. Выделен и охарактеризован оксалатный комплекс циркония и подтверждены данные Мандля о его составе.
2. Измерением молекулярной электропроводности растворов комплексного соединения и определением его молекулярного веса установлена координационная формула тетраоксалатоцирконеата калия.
3. Определена температура разложения комплексного оксалата циркония и измерены величины pH его водных растворов.

Институт неорганической химии
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
10/IV 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. Pauckull, Ber. d. Chem. Ges. 12, 1719.
2. F. P. Venable, C. Baskerville. J. Am. Chem. Soc., 19, 12 (1897).
3. A. Mandl. Z. anorg. Chem., 37, 252 (1903).
4. А. А. Гринберг, В. И. Астапович. Изучение комплексных оксалатов циркония. Реф. докл. на науч.-техн. конф. Ленингр. технолог. ин-та. Л., 1956.
5. Л. М. Зайцев, Л. К. Шубочкин, Ф. С. Бочкарев. ЖНХ, II, вып. 4, 980 (1957).
6. M. Bobtelsky, A. H. Ben-Bassant. J. Bull. Soc. Chim. France, № 2, 180—181 (1958).
7. Mohanty, Singh, Gopala, Murty. Current Science, 24, 7229 (1955).
8. А. Н. Ермаков, В. К. Беляев, И. Н. Маров, М. К. Чмутов. ЖНХ, 4, № 2, 493 (1959).
9. И. П. Алимарин, О. А. Медведева. Заводская лабор., 11, 254 (1945).
10. Л. Н. Шеронов, Б. В. Птицын. ЖНХ, 4, 367 (1953).

Л. М. ГИНДИН, П. И. БОБИКОВ, Э. Ф. КОУБА

ЭКСТРАКЦИЯ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ АМИНАМИ

Экстракция металлов по обменному механизму имеет ряд существенных преимуществ: не требуется вводить в систему высаливатели; величина коэффициентов распределения легко регулируется, причем можно достигать весьма высоких значений; коэффициенты разделения во многих случаях очень велики, т. е. эффективное разделение осуществляется при небольшом числе ступеней обмена. При экстракции катионов успешные разделения можно проводить с помощью алифатических монокарбоновых кислот, используя обменные реакции между мылами и солями минеральных кислот [1—5]. Близкий к этому механизм экстракции реализуется при использовании кислых алкил-фосфатов [6].

При экстракции металлов, образующих в водных растворах анионы, следует, напротив, применять экстрагенты основного характера. Обменные процессы, происходящие при этом, приводят к экстракции металлов, содержащих анионов; аналогия данных процессов с ионным обменом на анионитных смолах уже отмечалась в литературе [7]. В качестве экстрагентов этого типа весьма перспективны амины [7—12].

Исходя из приведенных соображений, мы исследовали экстракцию платиновых металлов некоторыми аминами. Сложность отделения платиновых металлов от цветных, а также отделения платиновых металлов друг от друга общеизвестна, поэтому изыскание эффективных экстракционных методов представляет большой интерес.

Исходные вещества и методика эксперимента

В предварительных опытах были испробованы различные фракции промышленных аминов: АНП (амины, полученные из нитропарафинов); коллектор ИМ-11 (первичные алифатические амины с числом углеродных атомов более 10, полученные из галлоидалкилов); амины, полученные аминированием высших спиртов фракции $C_{11}—C_{20}$ и некоторые другие. Все перечисленные продукты содержат главным образом первичные амины. В некоторых опытах использовался триамиламин марки хч. В качестве инертных растворителей для аминов применялись хлороформ, изоамилацетат, изоамиловый спирт, керосин. Во всех случаях при подходящих условиях был достигнут почти количественный переход платины (H_2PtCl_6) в органическую фазу. Большая часть опытов была проведена с продуктом аминирования высших спиртов фракции $C_{11}—C_{20}$ (любезно предоставленным нам чл.-корр. АН СССР А. Н. Башкировым). Продукт был предварительно очищен растворением в серной кислоте, отгонкой непрореагировавших органических веществ с водяным паром и последующим разложением сернокислых солей аминов щелочью; он содержал 85,0% первичных аминов. Платиновые металлы применялись в виде растворов соответствующих комплексных хлористоводородных кис-

лот; для приготовления последних использовались металлы, содержащие не более 0,1% примесей.

За исключением особо оговоренных случаев, амины, используемые как экстрагенты, предварительно переводились в сернокислые соли. Для этого амины растворялись в керосине или в смеси изоамилового спирта с керосином 1 : 1 по объему и обрабатывались избытком серной кислоты; органический слой отделялся и промывался несколько раз водой. Проводился анализ на содержание связанного амина и сульфат-иона. Полученный раствор использовался как экстрагент.

Для проведения экстракции в мерный цилиндр, снабженный пробкой, отмеривалось необходимое количество растворов металлов, соляной кислоты и дистиллированной воды; добавлялся раствор экстрагента (соотношение объемов фаз 1 : 1). Встряхиванием цилиндра достигалось равновесие (специальные опыты показали, что в случае наличия значительного избытка одного из реагентов — платинового металла или связанного амина — равновесие достигается менее чем за 15 мин; при соотношениях реагентов, близких к стехиометрическим, требуется более длительное время — 2—3 ч). Цилиндр не термостатировался; температура во всех случаях была $20 \pm 2^\circ C$. После встряхивания проводилось длительное отстаивание. Объем фаз после экстракции практически не изменялся. Фазы разделялись, фильтровались, отбиралась аликвотная часть на анализ. В водной фазе проводилось окисление органических примесей длительным кипячением с бромом и азотной кислотой, далее платиновый металл определялся одним из общепринятых весовых или колориметрических методов.

Органическая фаза сжигалась; при наличии одного металла его содержание определялось взвешиванием (в необходимых случаях — после восстановления водородным пламенем); при наличии нескольких металлов проводилось растворение и последующий анализ обычным способом.

Полученные результаты и их обсуждение

В табл. 1 и 2 приведены данные по экстракции платины (H_2PtCl_6) и иридия (H_3IrCl_6) триамиламином, растворенным в хлороформе.

Таблица 1

Экстракция платины раствором триамиламина в хлороформе (820 ммол/л)

| Исходные концентрации в водной фазе | | Равновесные концентрации платины, мг·ион/л | |
|-------------------------------------|--------------|--|---------------|
| HCl, г·мол/л | Pt, мг·ион/л | водная фаза | органич. фаза |
| 0,30 | 7,65 | 0,04 | 7,53 |
| 0,46 | 7,65 | 0,06 | 7,50 |
| 0,50 | 7,65 | 0,01 | 7,66 |
| 0,82 | 7,65 | 0,01 | 7,65 |
| 1,00 | 7,65 | 0,03 | 7,47 |
| 2,00 | 7,65 | 0,10 | 7,66 |
| 3,00 | 7,65 | 0,10 | 7,63 |

Таблица 2

Экстракция иридия раствором триамиламина в хлороформе (820 ммол/л)

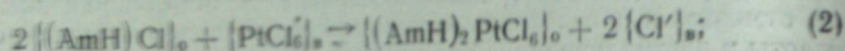
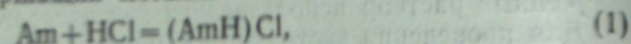
| Исходные концентрации в водной фазе | | Равновесные концентрации иридия, мг·ион/л | |
|-------------------------------------|--------------|---|---------------|
| HCl, г·мол/л | Ir, мг·ион/л | водная фаза | органич. фаза |
| 0,28 | 0,77 | 0,07 | 0,73 |
| 0,68 | 0,77 | 0,07 | 0,75 |
| 0,82 | 0,77 | 0,01 | 0,78 |
| 1,26 | 0,77 | 0,22 | 0,59 |
| 1,26 | 0,77 | 0,20 | 0,58 |
| 2,00 | 0,77 | 0,53 | 0,26 |

Исходная концентрация свободного амина в органической фазе 820 ммол/л; в водную фазу, помимо металла, вводилась соляная кислота. В таблицах приведена общая кислотность водной фазы в пересчете на HCl. Из приведенных данных видно, что платина в широком диапазоне

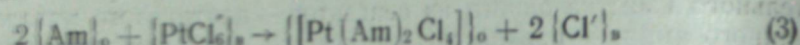
концентраций почти полностью переходит в органическую фазу. Иридий почти нацело экстрагируется при стехиометрическом соотношении кислоты и амина (0,82 г - мол/л); повышение кислотности существенно снижает экстракцию.

При экстракции платиновых металлов аминами возможны реакции по двум направлениям:

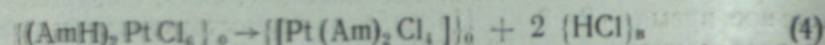
а) образование соли амина и минеральной кислоты с последующим обменом на аннион, содержащий металл:



б) реакции внедрения аминов во внутреннюю сферу аниона платинового металла:



или



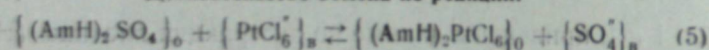
(Am — амин; «о» и «в» — соответственно органическая и водная фазы). Более интересными для наших целей являются реакции обмена (2). Поэтому в последующих опытах амин предварительно переводился в сернокислую соль, как описано ранее.

Для доказательства наличия обменного механизма были проведены следующие опыты.

Органическая фаза, содержащая сернокислый амин $\text{C}_{11} - \text{C}_{20}$ (тщательно отмытый дистиллированной водой от избытка H_2SO_4), приводилась в контакт с водной фазой, содержащей H_2PtCl_6 ; до и после экстракции проводился анализ на Pt, SO_4^{2-} и Cl'. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Доказательство обмена по реакции:



| № опыта | Наименование | Содержание в исходных фазах, мг-ион | | Содержание в равновесных фазах, мг-ион | | Обменялось, мг-ион |
|---------|---------------|-------------------------------------|----------|--|----------|--------------------|
| | | водная | органич. | водная | органич. | |
| 1 | Pt | 1,28 | — | 0,01 | 1,28 | 1,28 |
| | SO_4 | — | 3,96 | 1,32 | 2,57 | 1,32 |
| | Cl | 8,12 | — | 0,66 | — | 7,46 |
| 2 | Pt | 1,83 | — | 0,005 | 1,83 | 1,83 |
| | SO_4 | — | 2,30 | 1,80 | 0,53 | 1,80 |
| | Cl | 12,00 | — | 0,88 | — | 11,12 |
| 3 | Pt | 1,28 | — | 0,005 | 1,27 | 1,27 |
| | SO_4 | — | 3,02 | 1,32 | 1,72 | 1,32 |
| | Cl | 8,12 | — | 0,60 | — | 7,52 |

Соотношение

$$\frac{\text{Pt}}{\text{SO}_4} = 0,97; 1,02; 0,96; \frac{\text{Cl}}{\text{Pt}} = 5,85; 6,07; 5,93.$$

Таким образом, подтверждается наличие обмена по уравнению (5).

При отсутствии свободного амина реакции внедрения по уравнению (3) не могут иметь места; однако они могут идти по уравнению (4). Для

подавления этих процессов следует вводить некоторое количество соляной кислоты (см. ниже).

Обмены, подобные приведенному выше — уравнение (5), были проведены с H_3IrCl_6 , H_3RhCl_6 , а также с H_2PtCl_6 , причем, в отличие от опытов табл. 3, был взят избыток платинового металла по отношению к сернокислому амину, и операция повторялась необходимое число раз с новой водной фазой. Таким образом, весь сернокислый амин переводился в соответствующее производное платинового металла. При этом было отмечено, что при использовании в качестве инертного растворителя для солей аминов неполярного вещества (керосин) образуется твердая фаза. При добавлении полярного вещества (изоамиловый спирт) твердая фаза не образуется, но заметно снижается экстракция, особенно для родия и рутения.

Полученные органические фазы (при соотношении керосин : изоамиловый спирт 1 : 1 по объему) были проанализированы на содержание связанного амина (в форме алкил-аммония) и соответствующего платинового металла. Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4

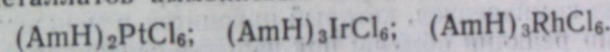
Состав органической фазы после полного обмена сернокислого амина с металлами

| Амин связанный, мг-ион/л | Pt, мг-ион/л | Ir, мг-ион/л | Rh, мг-ион/л |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|
| 25,0 | 12,7 | — | — |
| 25,5 | — | 8,6 | — |
| 23,0 | — | — | 7,8 |

Соответствующие отношения:

$$\frac{(\text{Am})_{\text{связ}}}{\text{Pt}} = 1,97; \frac{(\text{Am})_{\text{связ}}}{\text{Ir}} = 2,97; \frac{(\text{Am})_{\text{связ}}}{\text{Rh}} = 2,95.$$

Таким образом, еще раз подтверждается наличие обменного механизма (5), а также то обстоятельство, что металлы экстрагируются в форме хлорметаллатов аммониевых оснований:



Приведенные ниже опыты, характеризующие экстракцию в зависимости от кислотности водной фазы (табл. 5, 6), концентрации связанного амина (табл. 7) и концентрации металла (табл. 8), также согласуются с представлением об обменном механизме. В этих опытах исходная органическая фаза представляла собой сернокислый амин ($\text{C}_{11} - \text{C}_{20}$), растворенный в смеси керосин — изоамиловый спирт 1 : 1 по объему.

Из табл. 5 и 6 видно, что экстракция платины и иридия, согласно стехиометрии обмена ($\text{Pt} = \frac{(\text{Am})_{\text{связ}}}{2}$; $\text{Ir} = \frac{(\text{Am})_{\text{связ}}}{3}$), наблюдается при кислотности водной фазы, близкой к 0,1 N по HCl.

Увеличение кислотности снижает экстракцию, очевидно, за счет сдвига равновесия реакции (5); это снижение для иридия значительно больше, чем для платины, что согласуется с данными табл. 1 и 2. Аналогичные опыты для родия и рутения показали, что в данных условиях эти металлы экстрагируются очень слабо: родий на 6—8%, рутений менее 1%. Палладий экстрагируется хорошо, но наблюдается взаимодействие с растворителем, т. е. имеет место дополнительный механизм экстракции.

Таблица 6

Таблица 5
Обмен $(AmH)_2SO_4 - PtCl_6^-$ в зависимости от концентрации HCl (исходные концентрации: связанного амина 22,0 ммол/л, платины 25,6 мг · ион/л)

| Равновесные концентрации | | |
|--------------------------|----------------|-------------------------------------|
| водная фаза | | органическая фаза Pt, мг · ион/л |
| HCl, г · мол/л | Pt, мг · ион/л | |
| pH=7,0 | 13,4 | 11,9 |
| 0,075 | 14,6 | 10,9 |
| 0,12 | 15,5 | 10,1 |
| 0,60 | 17,4 | 8,3 |
| 1,06 | 18,2 | 7,3 |
| 1,53 | 18,4 | 7,1 |

Таблица 7

Обмен $(AmH)_2SO_4 - PtCl_6^-$ в зависимости от концентрации связанного амина (исходные концентрации: платины 25,6 мг · ион/л, HCl 0,1N)

| Исходная концентрация связанного амина в органической фазе, ммол/л | Равновесные концентрации платины, мг · ион/л | |
|--|--|---------------|
| | водная фаза | органич. фаза |
| 11,8 | 20,2 | 5,6 |
| 50,0 | 1,9 | 24,4 |
| 170,0 | 0,2 | 25,5 |

Из данных табл. 7 и 8 видно, что при различных концентрациях связанного амина и платины количество экстрагированного металла определяется тем из компонентов, который находится в меньшем количестве по стехиометрии реакции обмена: при избытке связанного амина платина экстрагируется почти нацело; при избытке платины она экстрагируется в количестве $\frac{(Am)_{связ}}{2}$ (следует иметь в виду, что соотношение объемов фаз 1 : 1, поэтому концентрации в фазах непосредственно характеризуют количество компонентов).

Используя способность связанных аминов экстрагировать платиновые металлы, можно отделять последние от ряда цветных металлов и железа, находящихся в водных растворах преимущественно в виде катионов и не образующих стойких комплексных анионов. При этом целесообразно применять в качестве экстрагента раствор сернокислого амина в одном неполярном растворителе (например, в керосине), так как при этом повышается извлечение. В табл. 9 приведены примеры подобных разделений.

Коэффициенты разделения во всех случаях очень велики, т. е., применяя несколько ступеней обмена, можно добиться практически полного отделения платиновых металлов от цветных и железа. Коэффициенты распределения падают в последовательности $Pd > Pt^{IV} > Ir^{III} > Rh^{III}$. (Для Ir и Rh они могут быть увеличены снижением концентрации HCl). Такая же последовательность отмечалась выше, в опытах с изменяю-

Обмен $(AmH)_2SO_4 - IrCl_6^-$ в зависимости от концентрации HCl (исходные концентрации: связанного амина 22,0 ммол/л, иридия 23,4 мг · ион/л)

| Равновесные концентрации | | |
|--------------------------|----------------|-------------------------------------|
| водная фаза | | органическая фаза Ir, мг · ион/л |
| HCl, г · мол/л | Ir, мг · ион/л | |
| pH=7,0 | 13,7 | 9,4 |
| pH=2,0 | 14,8 | 9,1 |
| 0,09 | 15,8 | 7,6 |
| 0,16 | 16,4 | 6,9 |
| 0,47 | 18,3 | 5,0 |
| 1,06 | 20,9 | 2,3 |
| 1,55 | 21,8 | 1,5 |

Таблица 8

Обмен $(AmH)_2 - PtCl_6^-$ в зависимости от концентрации платины (исходные концентрации: связанного амина 27,5 ммол/л, HCl 0,1N)

| Исходная концентрация платины, мг · ион/л | Равновесные концентрации платины, мг · ион/л | |
|---|--|---------------|
| | водная фаза | органич. фаза |
| 2,6 | 0,1 | 2,6 |
| 6,4 | 0,4 | 6,2 |
| 12,9 | 1,6 | 10,8 |
| 18,0 | 4,1 | 13,8 |
| 25,7 | 11,5 | 13,9 |

Таблица 9

Отделение платиновых металлов от цветных и железа (экстрагент — раствор сернокислого амина $C_{11} - C_{20}$ в керосине 120 ммол/л; концентрация HCl 0,5 N; никель, медь, железо — в виде сернокислых солей)

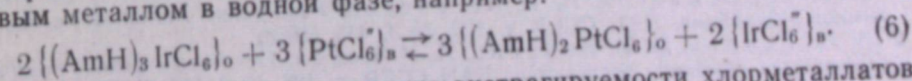
| Разделяемые металлы | Концентрации металлов в исходной водной фазе, г/л | Концентрации металлов в равновесных фазах, г/л | | % извлечения платиновых металлов (по водной фазе) |
|---------------------|---|--|---------------|---|
| | | водная фаза | органич. фаза | |
| Pd Ni | 3,34 16,00 | 0,0007 15,97 | 3,22 0,03 | 99,98 |
| Pd Ni | 3,34 16,00 | 0,0007 15,97 | 3,24 0,02 | 99,98 |
| Pt Ni | 0,34 24,00 | 0,001 24,00 | 0,34 0,09 | 99,7 |
| Pt Cu | 0,34 10,80 | 0,002 10,80 | 0,32 0,01 | 99,4 |
| Pt Fe | 0,34 20,00 | 0,001 19,62 | 0,35 0,52 | 99,7 |
| Ir Ni | 0,22 23,30 | 0,03 23,26 | 0,20 0,03 | 85,4 |
| Ir Ni | 0,22 23,30 | 0,03 23,15 | 0,18 <0,01 | 85,4 |
| Rh Ni | 0,093 23,30 | 0,071 23,29 | 0,023 0,01 | 23,5 |
| Rh Ni | 0,093 23,30 | 0,069 23,25 | 0,023 0,05 | 25,7 |

щейся концентрацией соляной кислоты. Очевидно, в реакциях обменного взаимодействия типа (5) константы равновесия снижаются соответственно для Pd, Pt^{IV}, Ir^{III}, Rh^{III}, Ru^{III}. Это дает возможность разделять платиновые металлы.

Экстрагируя смесь платиновых металлов связанным амином (в присутствии соляной кислоты, подавляющей реакции внедрения), можно добиться разделения или обогащения фаз одним из компонентов (в зависимости от соотношения констант равновесия обменных реакций).

В последнем случае более полного разделения можно достигнуть проведением многоступенчатого процесса. Некоторые примеры таких разделений приведены в табл. 10. В этих опытах в качестве экстрагента применялся сернокислый амин $C_{11} - C_{20}$, растворенный в смеси керосин — изоамиловый спирт 1 : 1; концентрация HCl 0,1 N. Уже при однократном обмене достигается глубокое разделение платины и родия. Для пары платина — иридий наблюдается обогащение органической фазы платиной.

Еще больший интерес представляют обменные взаимодействия между хлорметаллатом аммониевого основания в органической фазе и платиновым металлом в водной фазе, например:



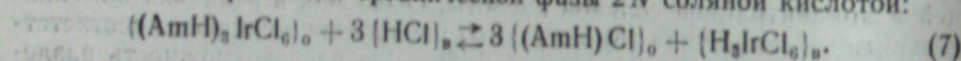
При этом надо иметь в виду, что по экстрагируемости хлорметаллатов аммониевых оснований металлы располагаются в ряд: $Pd > Pt^{IV} > Ir^{III} > Rh^{III} > Ru^{III}$. Эти процессы в настоящее время изучаются.

Таблица 10

Разделение некоторых платиновых металлов экстракцией сернохлоридным амином

| Металлы | Исходные концентрации в водной фазе, мг·пон/л | Равновесные концентрации, мг·пон/л | | Исходная концентрация связанного амина, ммоль/л |
|----------|---|------------------------------------|---------------|---|
| | | водная фаза | органич. фаза | |
| Pt Rh | 9,2 30,0 | 0,5 29,2 | 8,5 1,0 | 30,0 |
| Pt Rh | 9,2 30,0 | 0,3 29,2 | 9,1 1,0 | |
| Pt Rh | 26,7 30,0 | 11,7 30,2 | 15,4 следы | |
| Pt Rh | 26,7 30,0 | 10,8 31,0 | 15,4 следы | |
| Pt Ir | 27,2 23,3 | 20,0 19,7 | 7,8 2,4 | 23,5 |
| Pt Ir | 9,8 23,3 | 6,5 18,3 | 3,7 5,2 | |
| Pt Ir | 9,8 23,3 | 6,3 18,1 | 4,0 5,3 | |

Следует отметить, что обычно, в случае экстракции аминами, реакцию проводят щелочью. Как и следовало ожидать, для платиновых металлов этот способ непригоден и не приводит к полному извлечению металлов из органической фазы. Это объясняется реакциями внедрения, протекающими по уравнениям (3) и (4), которые в присутствии щелочи получают большое развитие. В ряде случаев рекстракция достигается многократной обработкой органической фазы 2*N* соляной кислотой:



Выводы

1. Исследована экстракция платиновых металлов некоторыми фракциями промышленных аминов (первичных), а также триамилином.
2. Показано, что в определенных условиях экстракция происходит по обменному механизму.
3. Показана возможность отделения платиновых металлов от некоторых цветных и железа, а также разделения платиновых металлов.

Норильский горнометаллургический комбинат им. А. П. Завенягина

Поступила в редакцию
5/VI 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, Э. Ф. Коуба, И. Ф. Копп, А. М. Розен, Н. А. Тер-Оганесов, Н. И. Загарская. Разделение металлов методом обменной экстракции. ДАН СССР, т. 122, № 3, 445 (1958).
2. Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, А. М. Розен. Некоторые физико-химические особенности обменной экстракции. ДАН СССР, т. 128, № 2, 295 (1959).
3. Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, Э. Ф. Коуба, А. В. Бугаева. Разделение металлов методом обменной экстракции жирными кислотами под влиянием щелочи. ЖНХ, т. 5, вып. 8, 1868 (1960).

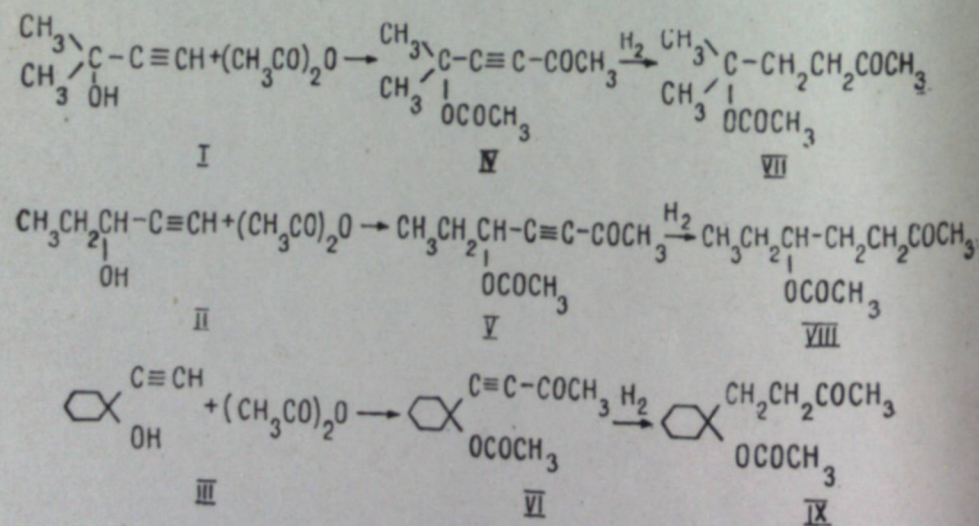
4. Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, Э. Ф. Коуба, А. В. Бугаева. Распределение мыл металлов при обменной экстракции. ЖНХ, т. 5, вып. 10, 2366 (1960).
5. Л. М. Гиндин, П. И. Бобиков, Э. Ф. Коуба, А. В. Бугаева. Обменное взаимодействие мыл и солей минеральных кислот. Обменная экстракция. ЖНХ, т. 6 (1961).
6. В. Б. Шевченко, В. С. Смелов. Экстракция нитратов—церия, европия и иттрия дибутилфосфатом. ЖНХ, т. 5, вып. 3, 732 (1961).
7. F. L. Moore, Long Chain Amines. Versatile Acid Extractants. Anal. Chem., vol. 29, № 11, 1660 (1957).
8. H. A. Mahlman, G. W. Leddicotte, F. L. Moore, Anal. Chem., vol. 26, № 12, 1939 (1954).
9. F. L. Moore, Liquid Extraction of Uranium and Plutonium from Hydrochloric-Acid Solution with Tri (isooctyl) amine. Anal. Chem., vol. 30, № 5, 908 (1958).
10. В. Б. Шевченко, В. С. Шмидт, Э. А. Межов. Экстракция плутония три-*n*-октиламином из солянокислых растворов. ЖНХ, т. 5, вып. 8, 1911 (1960).
11. В. И. Кузнецов, П. Д. Титов. Экстрагирование элементов в виде солей из кислородсодержащих анионов анилином. Изв. СО АН СССР, № 3, 58 (1960).
12. F. L. Moore, Liquid-Liquid Extraction of Uranium and Plutonium from Acetate Solution with triisooctylamine. Anal. Chem., vol. 32, № 8, 1075 (1960).

И. Л. КОТЛЯРЕВСКИЙ, Т. И. ЕРМОЛОВА

СИНТЕЗ АЦЕТАТОВ АЦЕТИЛЕНОВЫХ γ -КЕТОСПИРТОВ

Для исследований синтеза полиеновых систем и полимеров с длинной цепью сопряженных кратных связей очень интересными полупродуктами могут оказаться ацетиленовые γ -кетоспирты, особенно вторичные, которые можно известными методами перевести в ацетиленовые diketоны. Хотя в литературе [1—4] и описаны методы синтеза ацетиленовых кетонов, осуществляемые конденсацией по Иоиичу замещенных ацетиленов с ангидридами и хлорангидридами кислот, лишь в одной работе [5] есть указание на конденсацию третичного α -ацетиленового спирта, а именно 1-этинилциклогексанола с уксусным ангидридом, которая привела к желаемому ацетиленовому γ -кетоспирту с низким выходом.

Для решения поставленной задачи мы провели конденсацию по Иоиичу при $(-60) - (-70^\circ)$ уксусного ангидрида с диметилэтинилкарбинолом (I), этилэтинилкарбинолом (II) и 1-этинилциклогексано-1 (III). В результате с выходами примерно 30—35% получены ацетаты, 5-метилгексин-3-ол-5-она-2 (IV), гептин-3-ол-5-она-2 (V) и 4-(1'-оксициклогексил-1')-бутин-3-она-2 и (VI), которые прогидрированы на скелетном никелевом катализаторе до ацетатов соответствующих предельных кетоспиртов: 5-метилгексанол-5-она-2 (VII), гептанол-5-она-2 (VIII) и 4-(1'-оксициклогексил-1')-бутанона-2 (IX). Наличие карбонильной группы показано получением кристаллических производных:



На примере синтеза IV мы проверили влияние на выход целевого продукта порядка прибавления реагентов. При так называемом «обратном» порядке, когда комплекс Иоиича, полученный из карбинола, постепенно прибавляется к охлажденному уксусному ангидриду, выход IV

получается намного выше, чем при «прямом» порядке прибавления уксусного ангидрида к комплексу Иоиича, при котором полученное вещество, кроме того, загрязнено побочными продуктами. То же явление наблюдается и в случае конденсации этинилциклогексанола с уксусным ангидридом: предыдущими авторами [5], применявшими «прямой» порядок прибавления, VI получен с выходом 15%, мы, применив обратный порядок, получили его с выходом 21%.

Существенное значение для успешного проведения синтеза имеет применение толуола в качестве растворителя комплекса Иоиича: это препятствует его кристаллизации при низкой температуре опыта.

Для характеристики полученных продуктов на рисунке приводятся их спектры поглощения в ультрафиолете.

Экспериментальная часть

Получение ацетата 5-метилгексин-3-ол-5-она-2 (IV).

К гриньяровскому реагенту, приготовленному из 24 г магния и 110 г бромистого этила в 390 мл абсолютного эфира, в течение 1 ч 20 мин при охлаждении прибавлялся эфирный раствор 40 г диметилэтинилкарбинола (I).

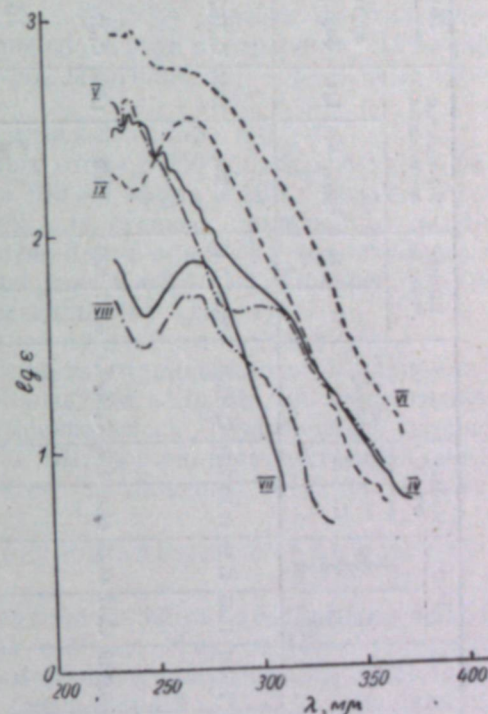
После 1 ч перемешивания прибавлялось 100 мл толуола для растворения комплекса. Синтез велся под азотом. Комплекс в растворе был перенесен в капельную воронку.

К 110 г уксусного ангидрида в 100 мл эфира в трехгорлой колбе, снабженной механической мешалкой, капельной воронкой и обратным холодильником, при $(-60) - (-70^\circ)$ за 1 ч прибавлялся полученный комплекс. Реакционная смесь перемешивалась еще 1,5 ч и затем была оставлена на ночь при охлаждении в сухом льду.

Для разложения было прибавлено 200 мл воды, органический слой промыт насыщенным раствором бикарбоната натрия до полной нейтрализации. После удаления растворителей в вакууме водоструйного насоса при температуре бани не выше 50° и фракционирования получено 27,7 г (35%, считая на введенный в реакцию карбинол) ацетата 5-метилгексин-3-ол-5-она-2 (IV).

Физические свойства всех синтезированных ацетатов кетоспиртов приведены в таблице.

Спектрофотометрические исследования проводились с помощью спектрофотометра СФ-4. Растворы исследуемых веществ готовились на этиловом спирте. (Кривая спектра поглощения IV на рисунке, $C=1$ г/л). Получен 2,4-динитрофенилгидразон — желтые кристаллы (из водного спирта).



Ультрафиолетовые спектры поглощения ацетатов ацетиленовых γ -кетоспиртов. Номера кривых соответствуют номерам и названиям соединений, приведенным в тексте.

| № соединения | Формула | Выход, % | Температура кипения, °C (давление, мм рт. ст.) | n_D^{20} | d_4^{20} | MRD | | Найде-но, % | | Брутто-формула | Вычис-лено, % | | УФ-спектр поглощения | | 2,4-динитрофенилгидразон | | | |
|--------------|---------|----------|--|------------|------------|---------|-----------|-------------|------|--|---------------------------|------|----------------------|--------|---|---------|-------|-------|
| | | | | | | найдено | вычислено | C | H | | λ_{max} , м μ | Iga | брутто-формула | т. пл. | найдено | N, % | | |
| IV | | 35 | 72,5/1 | 1,4497 | 1,0091 | 44,65 | 43,32 | 64,39 | 7,13 | C ₉ H ₁₂ O ₅ | 64,26 | 7,19 | 238 | 2,575 | C ₁₈ H ₁₆ O ₆ N ₄ | 126—127 | 15,99 | 16,08 |
| VII | | 55 | 77,5—78/1 | 1,4520 | 0,9819 | 45,44 | 45,45 | 62,42 | 9,35 | C ₉ H ₁₀ O ₅ | 62,77 | 9,37 | 268 | 1,888 | C ₁₁ H ₁₀ O ₆ N ₄ | 146—148 | 15,89 | 15,89 |
| V | | 38 | 76,2/1 | 1,4500 | 1,0101 | 44,69 | 43,34 | 64,16 | 7,38 | C ₉ H ₁₂ O ₅ | 64,26 | 7,19 | 236—238 | 2,644 | C ₁₃ H ₁₆ O ₆ N ₄ | 69—70 | 16,06 | 16,08 |
| VIII | | 62 | 76,0,5 | 1,4270 | 0,9715 | 45,45 | 45,47 | 62,61 | 9,29 | C ₉ H ₁₀ O ₅ | 62,77 | 9,37 | 264—266,270 | 1,727 | | | | |
| VI | | 21 | 112,5/1 | 1,4835 | 1,0560 | 56,29 | 55,10 | 68,81 | 7,78 | C ₁₂ H ₁₆ O ₅ | 69,22 | 7,75 | 240 | 2,971 | C ₁₈ H ₂₀ O ₆ N ₄ | 103—104 | 14,34 | 14,42 |
| IX | | 57 | 120—121/1 | 1,4628 | 1,0207 | 57,18 | 57,23 | 68,00 | 9,38 | C ₁₀ H ₁₄ O ₅ | 67,88 | 9,49 | 266 | 2,559 | | | | |

Образующиеся одновременно высококипящие вещества нами не исследовались.

Гидрирование ацетата 5-метилгексин-3-ол-5-она-2 (IV).

5,72 г IV в 20 мл абсолютного спирта гидрировались в присутствии 2 г скелетного никелевого катализатора при атмосферном давлении и комнатной температуре. За 1 ч 40 мин поглотилось 1605 мл водорода, и гидрирование прекратилось. Теоретически должно поглотиться 1525 мл. В результате разгонки получено 3,25 г (55,5%) ацетата 5-метилгексанол-5-она-2 (VII) (см. таблицу и кривую спектра поглощения VII на рисунке, C=1 г/л). Получен 2,4-динитрофенилгидразон — оранжевые кристаллы (из водного спирта).

Получение ацетата гептин-3-ол-5-она-2 (V).

Из 24,3 г магния, 110 г бромистого этила в 350 мл абсолютного эфира, 42 г этилэтинилкарбинола (II) в 100 мл эфира и 105 г уксусного ангидрида в 100 мл эфира в условиях, аналогичных приведенным выше, получено 31,95 г (38%) ацетата гептин-3-ол-5-она-2 (V) (см. таблицу и кривую спектра поглощения V на рисунке C=0,8 г/л). Получен 2,4-динитрофенилгидразон — желтые кристаллы (из спирта).

Гидрирование ацетата гептин-3-ол-5-она-2 (V).

2,33 г V в 25 мл абсолютного спирта гидрировались в присутствии 2 г скелетного никелевого катализатора. За 35 мин поглотилось 681 мл водорода, и гидрирование прекратилось. Теоретически должно поглотиться 622 мл. Получено 1,47 г (61,7%) ацетата гептанол-5-она-2 (VIII) (см. таблицу и кривую спектра поглощения VIII на рисунке, C=1 г/л).

Получение ацетата 4-(1'-оксициклогексил-1')-бутин-3-она-2 (VI).

Из 24 г магния, 118 г бромистого этила в 390 мл абсолютного эфира, 62 г 1-этинилциклогексанола-1 (III) в 50 мл эфира и 100 г уксусного ангидрида в 100 мл эфира подобным образом получено 22,3 г (21,44%) ацетата 4-(1'-оксициклогексил-1')-бутин-3-она-2 (VI) (см. таблицу и кривую спектра поглощения VI на рисунке. C=0,5 г/л). Получен 2,4-динитрофенилгидразон — желтые кристаллы (из водного спирта).

Гидрирование ацетата 4-(1'-оксициклогексил-1')-бутин-3-она-2 (VI).

2,57 г VI в 20 мл абсолютного спирта гидрировалось в присутствии 1 г скелетного никелевого катализатора. За 30 мин поглотилось 566 мл водорода, и гидрирование прекратилось. Теоретически должно поглотиться 553 мл. Получено 1,5 г (57,2%) ацетата 4-(1'-оксициклогексил-1')-бутанона-2 (IX) (см. таблицу и кривую спектра поглощения IX на рисунке, C=1 г/л).

Выводы

- Показана возможность получения ацетатов вторичных ацетиленовых кетоспиртов с сопряженными кратными связями.
- Получены и охарактеризованы два не описанных в литературе ацетата ацетиленовых кетоспиртов и их производные и три неизвестных ацетата соответствующих насыщенных γ -кетоспиртов.

Восточно-Сибирский филиал
Сибирского отделения АН СССР,
Иркутск

Поступила в редакцию
18/IV 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Heilbron, E. Jones and other J. Chem. Soc., 1827 (1949).
2. J. Heilbron, E. Jones and other J. Chem. Soc., 2023 (1949).
3. J. Kroeger, J. Nienwland. J. Am. Chem. Soc., 58, 1861 (1936).
4. H. Sobotka, J. Chanley. J. Am. Chem. Soc., 70, 3914 (1948).
5. M. Newman, J. Waltcher, H. Ginsberg. J. Arg. Chem., 17, 962 (1952).

Н. С. ВОДОПЬЯНОВА

ПОЙМЕННЫЕ ЛУГА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. БИРЮСЫ

Геоботанический отряд экспедиции Восточно-Сибирского филиала СО АН СССР в 1959—1960 гг. проводил исследование растительности Тайшетского района. Одной из задач отряда было изучение природных лугов района и выявление фондов для расширения их площади.

Преобладающим типом растительности в районе исследования является лесной. В основном это сосновые (в северной половине района) и пихтовые (в южной) леса на водоразделах, еловые — в долинах небольших рек, березовые и осиновые — на месте вырубок и гарей. Облесена и долина главной реки района — Бирюсы, особенно первая надпойменная терраса. В современной активной пойме участие лесов по сравнению с другими типами растительности (лугами, болотами) невелико, не более 40%. Леса в долине представлены изреженными сосново-березняками, сменяющимися к заболоченному притеррасью березняками дернистоосоковыми и ельниками приручейными с вкраплениями эутрофных закустаренных болот.

Основные луговые массивы в районе расположены по пологим склонам водораздельных увалов, в местах, освобожденных из-под леса, и в долине Бирюсы, на пойменной и частично надпойменной террасах. Ниже будут охарактеризованы только пойменные луга ввиду их большего распространения и большей хозяйственной ценности по сравнению с лугами водоразделов.

Р. Бирюса берет начало в Восточных Саянах и пересекает Тайшетский район в меридиональном направлении. В верховьях она представляет собой бурлящий поток; по выходе из гор в пределах Средне-Сибирского плоскогорья течение ее становится медленным [1]. В верховьях Бирюса прокладывает свое русло среди отвесных скал, изредка образуя неширокие (3—4 м) прирусловые отмели, так называемые «пабереги». В среднем течении, между устьями Тагула и Топорка, особенно ниже впадения Туманшета, ширина пойменных сегментов р. Бирюсы достигает 3—5 км. Пойма Бирюсы несимметрична: ее левобережная часть более широкая, чем правобережная, почти повсеместно в ней можно различить центральную часть и несколько пониженную притеррасную. Прирусловая часть выражена слабо. Поверхность центральной поймы волнистая, повышенные местоположения чередуются с незначительными понижениями. На отчлененных протоками участках поймы наблюдаются длинные невысокие гривы, параллельные руслу протоков, чередующиеся с широкими плоскостными ложинами.

Пойму Бирюсы М. М. Одинцов [2] называет древней. На древность указывает высокий уровень поймы — она возвышается над уровнем реки на 2—4 (до 8) м, наличие большого количества зарастающих стариц, протоков, озерков и пр. Выработанность поймы, эпизодическое заливание ее ведет к ослаблению действия аллювиального фактора и усилению

зонального [3]. Такая «старая пойма», по А. П. Шенникову [4], в луговом отношении близка к соседним частям водораздела, пойменные луга приобретают суходольный характер.

В пойме среднего течения Бирюсы нами выделено 12 формаций. В основу систематического подразделения лугов положена система классификации лугов А. П. Шенникова [4] с учетом предложений Л. И. Ноиконова [5].

Систематический список луговых формаций поймы р. Бирюсы

Настоящие луга

1. Корневищные крупнозлаковые луга.
Пырейники.
Белополевичники.
2. Корневищные и короткорневищные разнотравные луга.
Смешанная разнотравная формация (с длиннокорневищной и корневищно-рыхлокустовой крупнозлаковой основой).
3. Корневищные и корнеотпрысковые мелкобобово-разнотравные луга.
Хвощево-мышинногоорошковые (с рыхлокустовой крупнозлаковой основой).
4. Рыхлокустовые крупнозлаковые луга.
Лугоовсяничники.

Остепненные луга

Кистекарпиевые низкоразнотравные луга.
Простреловые (с рыхлокустовой мелкозлаковой и плотнокустовой мелкоосоковой основой).

Болотистые луга

1. Корневищные крупноосоковые луга.
Остроосочники.
Пузырчатоосочники.
Вздутоосочники.
Пузырчатоосочники, в) вздутоосочники.
2. Корневищно-рыхлокустовые крупнозлаковые луга.
Вейничники.

Торфянистые луга

1. Плотнокустовые крупнозлаковые луга.
Щучники.
2. Плотнокустовые крупноосоковые луга.
Дернистоосочники.

Настоящие луга. Этот класс формаций объединяет растительные сообщества, характеризующиеся преобладанием в составе травостоя луговых мезофитов: пырея ползучего, овсяницы луговой, чины луговой, мышиного горошка и пр. Размещаются они на равнинных местоположениях центральной части поймы и несколько повышенной прирусловой. Из формаций, отнесенных нами к настоящим лугам, наиболее распространены и хозяйственно ценны лугоовсяничники. Им и будет уделено наибольшее внимание при описании лугов. Белополевичники встречены только однажды в окрестностях лесозащитного Неожиданного в пойме Топорка (приток Бирюсы). Пырейники распространены в основном по старым залежам, и поэтому их правильнее было бы отнести к окультуренным лугам.

Лугоовсяничники широко распространены на протяжении всего описываемого отрезка поймы; они размещаются на хорошо развитых дерноволуговых супесчаных и суглинистых почвах с мощностью темного гумусированного горизонта (с дерниной) 14—23 (до 50) см.

Увлажнение лугов преимущественно атмосферное; затопляются они эпизодически в периоды наибольшего подъема воды. В условиях атмосферного увлажнения большое значение в формировании ценозов приобретает рельеф участков. Даже небольшое понижение рельефа ведет к увеличению влажности субстрата и изменению состава растительности: в качестве создателя овсяницы луговой начинает выступать осока дернистая. При общем господстве типичных мезофитов в овсянице луговой лугах с понижением рельефа в травостое лугов возрастает процент гидро- и оксилomezофитов и полностью исчезают ксерomezофиты (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что с повышением влажности общее число видов в ценозах уменьшается с 58 до 32—34.

Таблица 1

Соотношение видов в экологических группах лугоовсяничников в зависимости от условий произрастания

| Местообитания | Экологические группы | Фитоценозы | № работ, описаний, год | Зумезофиты | Гидромезофиты | Оксилomezофиты | Ксерomezофиты | Психро-мезофиты | Общее число видов в ценозе | | | | | |
|---------------|---|------------|------------------------|------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|----------------------------|------------|------|---|------|----|
| | | | | | | | | | | Фитоценозы | | | | |
| Равнинные | Лугоовсяничник нивяниково-ый | | 40 1960 | 52 | 89,6% | — | — | 4 | 7,0% | 2 | 3,4% | — | — | 58 |
| | Л. лугоклеверный | | 53 1959 | 45 | 83,4% | 1 | 1,8% | 3 | 5,6% | 4 | 7,4% | 1 | 1,8% | 54 |
| | Л. лугоклеверный | | 10 1959 | 42 | 79,2% | 3 | 5,7% | 6 | 11,3% | 2 | 3,8% | — | — | 53 |
| Повышенные | Л. нивяниково-купальнищевый | | 17 1959 | 39 | 81,3% | 3 | 6,2% | 3 | 6,2% | 2 | 4,2% | 1 | 2,1% | 48 |
| | Дернистоосоково-лугоовсяничник кровохлебковый | | 47 1959 | 24 | 75% | 3 | 9,4% | 5 | 15,6% | — | — | — | — | 32 |
| Повышенные | Лугоовсяничник (с крупной осокой) чистый | | 19 1959 | 22 | 64,7% | 6 | 17,6% | 5 | 14,7% | — | — | 1 | 3% | 34 |

Поверхность участков (микрорельеф) во всех отмеченных выше ценозах ровная. Исключение составляют дернистоосоково-лугоовсяничник кровохлебковый и лугоовсяничник (с крупной осокой) чистый, образующие мелкие дернины на поверхности луга.

Травостой овсянице луговой средней высоты и густоты. Высота основной массы травостоя (т. е. наиболее густой части ее) 30—40 см,

высота генеративных побегов 80—90 см. Общее проективное покрытие 75—90%. Травостой не всегда однороден по сложенности: наряду с типичным для формаций диффузным распределением растений в некоторых ценозах среди бобовых и разнотравья преобладают то клевер луговой, погребок и подорожник средний, то мышиный горошек, нивяник и др. Злаковая часть в таких случаях более разреженная. Общий фон травостоя зеленый, в период плодоношения — желтоватый.

Травостой четырехъярусный, реже трехъярусный. Первый ярус представлен такими растениями, как овсяница луговая, лисохвост луговой, вейник наземный, кровохлебка лекарственная, чемерица обыкновенная и др.; высота яруса 70—90 см, проективное покрытие 30%. Во втором ярусе преобладают вегетативные побеги овсяницы луговой, купальница азиатская, гвоздика бахромчатая и др.; его высота 40—50 см, проективное покрытие до 60—80%. Третий ярус образован хвощами полевым и луговым, ожикой бледной, клевером люпиновидным и др.; высота яруса 25—30 см, проективное покрытие 10—30%. Четвертый ярус составлен одуванчиком лекарственным, будрой плющевидной, клевером ползучим и др.; высота яруса 12—20 см, покрытие 10%, но местами достигает 50%.

Овсянице луговая довольно богата по флористическому составу — 100 видов травянистых растений (табл. 2). Флора мхов небогата, включает роды *Mnium* и *Leptodictyum*. Проективное покрытие мохового покрова 20—30%, в некоторых ценозах мхи отсутствуют.

Из общего числа видов абсолютно постоянными (100%) являются *Achillea millefolium*, *Viola canina*, *Poa pratensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Stellaria graminea*, *Festuca pratensis*, *Filipendula ulmaria*, *Sanguisorba officinalis* и *Trifolium repens*. К постоянным и в то же время обильным можно отнести только *Leucanthemum vulgare*, *Trifolium pratense* и *Festuca pratensis* (эдификатор). Кроме того, в ряде ценозов в зависимости от тех или иных причин (появление наилка, наличие избыточной влажности, выбитость травостоя скотом или засоренность луга) обильными являются виды: *Carex praecox*, *Carex caespitose*, *Trollius asiaticus*, *Equisetum pratense*, *Plantago media*, *Rhinanthus Cristata galli*.

Таким образом, несмотря на большое видовое разнообразие лугоовсяничников, состав флоры их довольно однороден.

Эколого-морфологический состав растительности овсянице луговой представлен следующими типами растений: длиннокорневищные и корнеотпрысковые — 20 видов, корневищно-рыхлокустовые, короткокорневищные и короткостержнекорневые — 40; рыхлокустовые и кистекокорневые — 14, каждый из прочих типов — от 2 до 5 видов. Наибольшее видовое разнообразие второй группы типов, промежуточных между корневищными и рыхлокустовыми, говорит о том, что пойменные луга Бирюсы переживают переходный период от корневищной стадии к рыхлокустовой с активным прогрессированием в сторону последней. Такое состояние растительности соответствует экологическим условиям «старой поймы».

Повсеместное распространение овсянице луговой в пойме Бирюсы, доступность их в смысле транспортировки, довольно густой и высокой травостой со значительным участием злаков делает данные луга весьма ценными в производственном отношении. Они используются в основном как сенокосные угодья, но из-за близости к селениям часто служат выгонами или распахиваются под сельскохозяйственные культуры. Пахотные площади засеваются зерновыми и корнеплодами. Из кормовых многолетних трав культивируется довольно успешно клевер красный.

Таблица 2

| № по аккордам | Состав растительности лугоовсяничников | | | | | | |
|---------------|--|----------------------------|--|--|----------------------------|--|--|
| | Название растений | Лугоовсяничник нивяниковый | Л. лугоовсяничник (с <i>Leucanthemum vulgare</i>) | Л. лугоовсяничник (с <i>Plantago media</i> и <i>Rhinanthus csg</i>) | Л. нивяниково-купальничный | Дернестококово-лугоовсяничник кровохлебковый | Лугоовсяничник (с крупной осокой) чистый |
| | Длиннокорневищные и корнеотпрысковые | | | | | | |
| 1 | <i>Agrostis alba</i> | | sol | sol | | sol | sol |
| 2 | <i>Brachypodium pinnatum</i> | | sp | | sp | | |
| 3 | <i>Calamagrostis epigeios</i> | sol | | sol | | sol | |
| 4 | <i>Carex falcata</i> | | | | cop ₁ | | |
| 5 | <i>Carex praecox</i> | | | | | | cop ₁ |
| 6 | <i>Juncus filiformis</i> | | | | | | sp |
| 7 | <i>Vicia cracca</i> | sol | sp | sol | | sp | |
| 8 | <i>Vicia sepium</i> | sol | | | sol | | sol |
| 9 | <i>Achillea millefolium</i> | sol | sp | sol | sol | sol | sol |
| 10 | <i>Dianthus superbus</i> | sp | sol | sol | sp | | |
| 11 | <i>Equisetum arvense</i> | sol | | sp | sol | sol | sol |
| 12 | <i>Equisetum pratense</i> | sol | cop ₁ | | sp | | |
| 13 | <i>Galium boreale</i> | sol | sp | | sol | sol | sol |
| 14 | <i>Inula salicina</i> | sol | sol | sol | sol | sp | |
| 15 | <i>Polygonum alpinum</i> | sp | | | | | |
| 16 | <i>Silene repens</i> | sol | sol | sol | | | sol |
| 17 | <i>Viola canina</i> | sol | sol | sol | sol | sol | sol |
| | Корневищно-рыхлокустовые, короткокорневищные и короткостержнекорневые | | | | | | |
| 1 | <i>Alopecurus pratensis</i> | | sol | sol | sp | | sol |
| 2 | <i>Calamagrostis arundinacea</i> | sp | | sol | sol | | |
| 3 | <i>Poa pratensis</i> | sol | sp | sol | sol | sp | sp |
| 4 | <i>Lathyrus pratensis</i> | | | sol | sol | sol | sol |
| 5 | <i>Trifolium lupinaster</i> | | sp | sol | sol | sol | |
| 6 | <i>Trifolium pratense</i> | sp | cop ₂ | cop ₃ | sp | sol | |
| 7 | <i>Achyrophorus maculatus</i> | sol | sp | | | | |
| 8 | <i>Campanula glomerata</i> | sol | sol | | sol | | |
| 9 | <i>Dracocephalum Ruyschiana</i> | sol | sol | sol | | sol | |
| 10 | <i>Hieracium umbellatum</i> | sol | sp | sol | | sp | sol |
| 11 | <i>Leucanthemum vulgare</i> | cop ₂ | cop ₁ | cop ₁ | cop ₁ | sp | um |
| 12 | <i>Plantago media</i> | sol | cop ₂ | sol | sol | | |
| 13 | <i>Polygala comosa</i> | sol | cop ₁ | sol | sol | | |
| 14 | <i>Pteris aquilina</i> | sol | | sol | sol | | |
| 15 | <i>Pulmonaria mollissima</i> | sol | sol | sol | sol | | sol |
| 16 | <i>Rubus saxatilis</i> | sol | sp | sol | | sp | |
| 17 | <i>Rumex acetosa</i> | | | sp | | | |
| 18 | <i>Senecio campester</i> | sol | sol | | sol | | |
| 19 | <i>Serratula coronata</i> | sol | sol | | | sp | |
| 20 | <i>Stellaria graminea</i> | sol | sp | sol | sol | sol | sp |
| 21 | <i>Tanacetum vulgare</i> | sol | un | sol | sol | sol | |
| 22 | <i>Thalictrum minus</i> | sol | | sol | | | |
| | Рыхлокустовые и кистекокорневые | | | | | | |
| 1 | <i>Avena pubescens</i> | | sol | | sp | | |
| 2 | <i>Festuca pratensis</i> | cop ₁ | cop ₂ | sop ₂ | cop ₃ | sop ₂ | cop ₂ |
| 3 | <i>Phleum phleoides</i> | | sp | sol | | | |
| 4 | <i>Phleum pratense</i> | | | | sol | sp | sol |
| 5 | <i>Luzula pallescens</i> | | sol | | sp | | sp |
| 6 | <i>Plantago major</i> | sol | | sol | sol | | |
| 7 | <i>Ranunculus borealis</i> | sol | | sol | sol | sp | sol |
| 8 | <i>Trollius asiaticus</i> | sp | cop ₁ | sp | cop ₁ | | |
| 9 | <i>Veratrum Lobelianum</i> | sol | sp | sol | sp | sol | |

Окончание табл. 2

| № по экотипам | Название растений | Фитоценоз | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|--|----------------------------------|---|---|
| | | Лугоовсянничник нивяниковый | Л. лугоклеверный (с <i>Leucanthemum vulgare</i>) | Л. лугоклеверный (с <i>Plantago me- dia</i> и <i>Rhinanthus erg</i>) | Л. нивяниково- купальнический | Дернистоосоково- лугоовсянничник кровохлебковый | Лугоовсянничник (с крупной осокой) чистый |
| Плотнокустовые | | | | | | | |
| 1 | <i>Carex caespitosa</i> | | sol | sol | | cop ₂ | cop ₁ |
| 2 | <i>Carex pediformis</i> | sol | sol | sol | | | |
| Стержнекорневые | | | | | | | |
| | <i>Taraxacum officinale</i> | | sol | sol | sol | sol | sol |
| Утолщеннокорневищные | | | | | | | |
| 1 | <i>Filipendula ulmaria</i> | sp | sol | sol | sol | sol | sp |
| 2 | <i>Polygonum bistorta</i> | sol | sol | sol | sol | sol | |
| 3 | <i>Sanguisorba officinalis</i> | sol | sp | sp | sol | cop ₁ | sol |
| Полупаразиты | | | | | | | |
| | <i>Rhinanthus crista galli</i> | cop ₂ | cop ₂ | | | | |
| Ползучие и стелющиеся | | | | | | | |
| 1 | <i>Prunella vulgaris</i> | | | | sp | | sp |
| 2 | <i>Ranunculus repens</i> | | | | | | sp |
| 3 | <i>Trifolium repens</i> | sol | sol | sol | sol | sol | sol |
| Одно-двулетники | | | | | | | |
| | <i>Carum carvi</i> | | sp | | | | sol |
| Итого . . . | | 41 | 42 | 39 | 40 | 28 | 27 |

Примечание. В списке не приведены растения, встречающиеся в 1—2 ценозах с обилием sol.

О производительности лугоовсянничников можно судить по укосным данным (табл. 3). Урожайность определялась путем взятия укосов с 1 м² в трех-, реже двухкратной повторности.

Биологическая урожайность сена лугоовсянничников в среднем равна 29 ц/га, хозяйственная — 16 ц/га. По сведениям колхозников, урожайность сена таких лугов составляет 9—12 (реже 17) ц/га. Наиболее урожайны, как видно из табл. 3, лугоовсянничники нивяниковый, лугоклеверный (оп. 10) и дернистоосоково-лугоовсянничник кровохлебковый. В сене по весовому участию на первом месте почти во всех ценозах стоят злаки и разнотравье; меньшее участие принимают бобовые, осоки и ядовитое разнотравье. По агроботаническим группам наиболее полно представлено разнотравье — 75 видов; группа злаков включает 12 видов, бобовые — 10, осоки — 4. Разнотравье относится к 22 семействам, среди которых особенно многочисленны представители семейства сложноцветных (14), лютиковых, лилейных и зонтичных (по 6 в каждом). Травостой содержит в своем составе такие ценные кормовые растения, как овсяница луговая, тимофеевка степная и луговая, полевика белая, мятлик луговой, клевер луговой, мышиный горошек, чина луговая. На лугах довольно часто встречается *Stellaria graminea*, считающаяся ядовитым растением для лошадей и некоторых других животных.

Широкое распространение овсяницы луговой, как и вообще овсяни-

Таблица 3

| Фитоценоз | №№ описаний | Дата взятия укосов | Урожайность сена, ц/га | | Ботанический состав, % | | | | | |
|--|-------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|-------|---------|------------------|------------------------------|------|
| | | | биологиче- ская | хозяй- ственная | злаки | осоки | бобовые | разно- травье | ядовитое разно- травье | cop |
| | | | | | | | | | | |
| Лугоовсянничник нивяни- ковый | 40 | 15/VII 1960 | 33,3 | 19,2 | 38,4 | 0,4 | 15,1 | 32,5 | 7,8 | 5,8 |
| Л. лугоклеверный . . . | 53 | 27/VII 1959 | 26,6 | 15,4 | 48,7 | 1,6 | 7,5 | 30,6 | 1,5 | 10,1 |
| Л. лугоклеверный . . . | 10 | 27/VI 1959 | 30,7 | 17,7 | 15,6 | — | 14,5 | 65 | 3 | 1,9 |
| Л. нивяниково-купаль- нический | 17 | 1/VII 1959 | 26,8 | 15,6 | 55,1 | 4,8 | 2,6 | 31 | 3,2 | 3,3 |
| Дернистоосоково-луго- овсянничник крово- хлебковый | 47 | 25/VII 1959 | 29,5 | 17,1 | 45,5 | 4,5 | 5,4 | 31,9 | 6,9 | 5,8 |
| Лугоовсянничник (с круп- ной осокой) чистый | 19 | 2/VII 1959 | 26,8 | 15,6 | 31 | 51,1 | 1,4 | 7,9 | 8 | 0,6 |
| Средняя урожайность . | | | 29 | 16,7 | 39 | 12,5 | 7,7 | 33,1 | 5 | 4,6 |

цевых лугов, в районе исследования и в других лесных районах Восточной Сибири [6, 7] говорит об эколого-фитоценотической приуроченности их к условиям южнотаежной зоны.

Учитывая высокие кормовые достоинства овсянищевых лугов, необходимо повышать их урожайность. Важно регулировать сроки сенокоса и пастбы и вносить удобрения, в особенности азотистые. Ввиду недостаточности минеральных удобрений следует испытать органические удобрения, например навозную жижу.

Хвощево-мышиниогорошковые с лугоовсянищевой основой луга гораздо менее распространены, чем овсянищевые. Они размещаются на отчлененных протоках участках поймы; в экологическом ряду стоят на одном уровне с лугоовсянничниками, занимая широкие плоские понижения между гривами. По многим признакам сходны с рассмотренной формацией. Высота, густота травостоя, соотношение экологических групп и эколого-морфологических типов в травостое напоминают лугоовсянничники пониженных местоположений. Отличительными признаками являются меньшее обилие овсяницы луговой и неравномерное распределение ее по площади. Луга представляют собой разнотравные заросли, составленные из мышиного горошка, хвоща полевого, лютика северного и др. с пятнами овсяницы луговой. Зарослевый характер травостоя указывает на незаконченность формирования его как ценоза. Возможно, отчлененные протоками части поймы ввиду обособленности несколько позже освободились из-под леса; позже проникла сюда и овсяница луговая.

Производственное значение данных лугов не меньше, чем овсянищевых: урожайность биологическая 40,2 ц/га, хозяйственная 26,5 ц/га. Весовое участие злаков падает с 39 до 28%.

На песчаных слабозрелых почвах в прирусловой части поймы

и на отчлененных протоками частях поймы довольно часто встречаются луга зарослевого типа — лесопушечно-разнотравные с длиннокорневищной и корневищно-рыхлокустовой крупнозлаковой основой. По своей структуре они напоминают лесопушечные луга, выделенные Л. И. Номоконовым [5]. Травостой лугов средней высоты (30—50 см), реже высокий (100—200 см). Общее проективное покрытие 90—100%. Ярусность выражена слабо: с трудом различаются два яруса.

По флористическому составу эти луга несколько беднее овсянице-вых — 90 видов травянистых растений. Из них: злаки — 14, осоки — 2, бобовые — 7 и разнотравье — 67 видов. Характерной и ярко выраженной чертой лугов является их лесное происхождение. Оно выражается в наличии на участках одиночных деревьев и кустарников, лесном окружении, значительном участии в травостое лесных видов (*Brachipodium pinatum*, *Melica nutans*, *Maianthemum bifolium*, *Rubus saxatilis*, *Crepis sibirica*, *Geranium pseudosibiricum*, *Mulgedium sibiricum*, *Thalictrum minus*, *Viola uniflora* и др.) и лесопушечных (*Carex Arnellii*, *Artemisia vulgaris*, *Hieracium umbellatum* и др.). Лесные и лесопушечные элементы составляют 48% от общего числа видов. Лесопушечно-разнотравные луга возникли на месте леса в результате выжигания и вырубki лесной и кустарниковой пойменной растительности.

Описываемые луга используются в хозяйстве как сенокосные угодья и для заготовки силоса биологическая урожайность в последнем случае достигает 240 ц/га зеленой массы.

Остепненные луга не имеют широкого распространения в районе исследования. Они размещаются по гривистым возвышениям центральной поймы и на отчлененных протоками ее частях. Почвы песчаные слабообразованные, в отдельных ценозах слоистые. Увлажнение исключительно атмосферное и, судя по составу растительности, не вполне достаточное: наряду с эумезофитами произрастает много ксеромезофитов, появляются и другие признаки ксерофитизации. Остепненные луга следует отнести к лугам высокого уровня.

Остепненными лугами мы назвали простреловые луга. Наиболее характерными ассоциациями (точнее, вариантами формации) простреловых лугов являются простреловая с кистевидномятликовой основой и простреловая со стоповидноосочковой основой. Преобладание наряду с прострелом в одном случае рыхлокустового злака, а в другом плотнокустовой осочки указывает на различную степень задернения почвы данных ценозов и позволяет подразделить их на два варианта формации. Вместе с тем те и другие имеют много общего.

Травостой простреловых лугов низкий и редкий, проективное покрытие неравномерное, колеблется от 30 до 60%. Высота основной массы травостоя 20—25 см с колебаниями от 15 до 30 см, высота генеративных побегов 50—60 (до 80) см. Пятнистое сложение травостоя затрудняет выделение ярусов. Из растений первой величины (55—80 см) в нем встречаются регнерия (*Roegneria angustiglumis*), ястребинка (*Hieracium umbellatum*), пижма, чемерица; из растений второй величины (30—40 см) — мятлик болотный и луговой, володушка (*Vulpes scorzonifolium*); из растений третьей величины (15—25 см) — хвощ полевой, прострел. Моховой покров представлен тонкой пленкой.

Простреловые луга разнообразны по флористическому составу. В травостое отмечено 70 видов травянистых растений. Из них 33 вида относятся к типу корневищно-рыхлокустовых, короткорневищных и короткостержнекорневых растений, 12 видов — к типу длиннокорневищных и короткостержнекорневых, 7 видов — к типу рыхлокустовых и кистекорневых;

все прочие эколого-морфологические типы содержат по 2—5 видов. На описываемых лугах совершенно отсутствует мезофитный злак — овсяница луговая. Он замещается здесь ксеромезофитами — тимфеевкой степной и мятликом кистевидным — и психромезофитом — овсяницей приземистой. Почти все виды в травостое — единично или редко встречающиеся; обильно произрастает лишь прострел (*Pulsatilla patens*), довольно обильно мятлик (*Poa botryoides*) и осока стоповидная. В состав лугов входят злаки — 9 видов, осоки — 3, бобовые — 4, разнотравье — 54. Вследствие разнообразия и разнородности флористического состава аспект простреловых лугов пестрый, пятнистый.

Пятнистое сложение травостоя и преобладание в нем разнотравья говорит о незаконченности процесса формирования ценозов. Данные луга, возникшие на месте соснового леса в результате деятельности человека, несомненно, прежде представляли собой лесопушечные варианты лугов. В дальнейшем с повышением уровня поймы и постепенным выходом грив из зоны затопления происходило обеднение субстрата, ведущее к изреживанию травостоя и замене эумезофитов ксеромезофитами, лесопушечных вариантов лугов остепненными. На лесное происхождение лугов указывает присутствие сосны на участках и наличие в травостое большого количества лесопушечных и борových элементов (*Antennaria dioica*, *Silene nutans*, *Thalictrum minus*, *Rubus saxatilis*, *Achirophorus maculatus*, *Hieracium umbellatum*, *Iris ruthenica*, *Pulmonaria mollissima*, *Pulsatilla patens* и др.).

Производительное значение простреловых лугов ничтожно. Хозяйственная урожайность сена, по нашим подсчетам, 10,6 ц/га; практически она бывает еще ниже. Местами травостой не скашивается вообще из-за низкой высоты, сильной изреженности и низкого кормового достоинства трав.

Болотистые луга довольно широко распространены в пойме Бирюсы, они занимают притеррасные понижения поймы и приозерные подтопляемые «пабереги», будучи связанными в своем развитии с избыточно влажными болотистыми почвами. Среди класса формаций болотистых лугов нами выделены следующие формации: остроосочники (из *Carex gracilis*), пузырчатосочники (из *Carex vesicaria*) и вздутоосочники (из *Carex inflata*). Они представлены ассоциациями: остроосочником незабудковым, дернистоосоково-пузырчатосочником синюховым и вздутоосочником ползучеклеверным (с *Potentilla anserina*).

Поверхность остроосочников слабокочковатая. Кочковатость — результат ранневесеннего выпаса скота по сырому лугу. Увлажнение грунтовое. Травостой высокий, густой (высота его основной массы 50—60 см, проективное покрытие 80—90%), однородный по видовому составу (всего отмечено 20 видов). В качестве эдификатора луга выступает осока острая (*Carex gracilis*); помимо указанной осоки, доминирует незабудка (*Myosotis palustris*). Состав растительности полностью отражает условия произрастания — избыточную влажность. Остроосочники содержат эумезофитов 8, гидромезофитов, оксилемезофитов и мезогидрофитов — 12. По эколого-морфологическому составу растений и мезогидрофитов — 11 видов, небогаче других тип корневищно-рыхлокустовых растений — 11 видов, небогато, но обильно представлен тип длиннокорневищных растений (*Carex gracilis*). Прочие типы — по 1—4 вида, единично и редко встречающиеся.

Микрорельеф пузырчатосочников сильно кочковатый, местами переходящий в бугристый. Высота кочек 20—30 (до 70) см. Кочки образованы осокой дернистой. Увлажнение грунтовое, в межкочках собирается и застаивается вода. Травостой, как и в предыдущей форма-

ции, высокий и густой. Высота основной его массы 65—70 см, проективное покрытие 80—90%. Видовое разнообразие невелико — 17 видов травянистых растений. Эдификатором формации является осока пузырчатая (*Carex vesicaria*), созидикатором — осока дернистая; помимо указанных видов, обильна синюха обыкновенная (*Polemonium coeruleum*).

Осока пузырчатая, являясь мезогидрофитом, размещается между кочками и частично на кочках. Наличие двух экологически различных местообитаний — хорошо увлажненных и аэрируемых межкочий и задерненных кочек — привело к мозаичному распределению растительности в ценозах и к изменению по сравнению с остроосочниками соотношения экологических групп: эумезофитов — 3, гидромезофитов, оксило-мезофитов и мезогидрофитов — 14.

Поверхность вздутоосочников более или менее ровная. Увлажнение грунтовое. Размещение по низким «паберегам» способствует частому затоплению их. Травостой средней высоты — 40—50 см, проективное покрытие 65—70%. Флористическое разнообразие невелико — 12 видов травянистых растений. Основу травостоя составляет корневищная осока вздутая (*Carex inflata*). Она занимает промежуточное положение между мезогидрофитом и мезооксилофитом. Из других растений в травостое господствуют стелющиеся виды: лапчатка гусиная и полевница (*Agrostis stolonizans*); первое растение — гидромезофит, второе — мезогидрофит. Сильно изменилось по сравнению с предыдущими болотистыми формациями соотношение эколого-морфологических типов в травостое. Участие длиннокорневищных растений возросло до 6 видов (по сравнению с 4 видами остроосочников и 2 пузырчатосочников), корневищно-рыхлокустовых и короткорневищных уменьшилось до 2 (соответственно с 10 и 11), совершенно исчезли рыхлокустовые растения.

Общим для всех болотистых лугов является высокий и густой травостой, однородный видовой состав и слабо выраженная или почти не выраженная ярусность. Крайние условия существования — избыточное увлажнение, местами плохая аэрация — способствовали созданию специфичной растительности. В составе ее имеется значительное количество лугово-болотных видов: осока острая, вейник незамечаемый (*Calamagrostis neglecta*), калужница болотная, подмаренник топяной и др. Преобладают в травостое все-таки травянистые мезофиты и гидромезофиты. Лесные виды отсутствуют.

Производственное значение болотистых лугов невелико. Они используются как выгоны, чаще же травостой этих лугов скашивается на сено. Грубость осокового сена снижает его кормовые качества. Урожайность сена довольно высокая: биологическая 33—39,7 ц/га, хозяйственная 20—25 ц/га.

Торфянистые луга. Самые распространенные из них — дернистоосочники, занимающие в пойме Бирюсы второе место по площади после овсянищевых лугов. Они размещаются в притеррасных понижениях пойменной и надпойменной террас и в лощинах центральной поймы, будучи приуроченными к почвам, в различной степени оторфованным. В экологическом ряду дернистоосоковых луга занимают средние местоположения между овсянищевыми и болотистыми лугами. Нами выделены следующие ассоциации дернистоосочников: д. (с *Festuca pratensis* и *Alopecurus pratensis*) хвощево-горлецовый, д. (с *Calamagrostis Langsdorffii*) хвощовый, д. вейниковый, д. лабазниковый, д. севернолютиковый, д. ползучелютиковый, лисохвостово-дернистоосочник чистый.

Травостой дернистоосочников высокий, густой в общей массе, но ввиду кочковатости неравномерный по густоте. Основная масса трав сосредоточена на кочках, обрастая их со всех сторон. Между кочками

Таблица 4

Состав растительности дернистоосочников

| № по эк. морфам | Фитоценозы Название растений | Дернистоосочник хвощево-горле- цовый | Д. хвощовый | Вейниково-вейни- коосочник ла- базниковый | Остристоосоково- дернистоосочник лабазниковый | Д. лабазниковый | Лисохвостово- дернистоосочник чистый |
|--|-----------------------------------|--|------------------|---|---|------------------|--|
| | | | | | | | |
| Длиннокорневищные и корнеотпрысковые | | | | | | | |
| 1 | <i>Digraphis arundinacea</i> | | | | | | sp |
| 2 | <i>Carex orthostachys</i> | | | | | cop ₁ | |
| 3 | <i>Vicia cracca</i> | | sol | sol | sol | cop ₁ | |
| 4 | <i>Chamaenerium angustifolium</i> | | | | | cop ₁ | |
| 5 | <i>Equisetum arvense</i> | cop ₂ | | | | sol | sp |
| 6 | <i>E. heleocharis</i> | | cop ₂ | | | | |
| 7 | <i>E. palustre</i> | sp | sol | sol | | | |
| 8 | <i>Galium boreale</i> | sol | sol | sol | | sol | |
| Корневищно-рыхлокустовые, короткорневищные и короткостержнекорневые | | | | | | | |
| 1 | <i>Alopecurus pratensis</i> | cop ₂ | | | sol | | cop ₂ |
| 2 | <i>Calamagrostis Langsdorffii</i> | | cop ₁ | cop ₂ | | cop ₁ | sol |
| 3 | <i>Poa palustris</i> | sp | sp | | sol | | sp |
| 4 | <i>Poa pratensis</i> | sp | sol | sol | | sp | sol |
| 5 | <i>Lathyrus pratensis</i> | sp | sol | sol | | | |
| 6 | <i>Trifolium pratense</i> | sp | sol | sol | sol | sol | |
| 7 | <i>Galium uliginosum</i> | | | | sp | sol | |
| 8 | <i>Geranium pseudosibiricum</i> | | sol | | | | |
| 9 | <i>Myosotis palustris</i> | cop ₁ | | | | | sol |
| 10 | <i>Plantago media</i> | sp | | | | sol | |
| 11 | <i>Polemonium coeruleum</i> | sol | sol | sol | | | |
| 12 | <i>Ptarmica impatiens</i> | | sol | sol | | | sol |
| 13 | <i>Thalictrum minus</i> | | sol | sol | un | sol | |
| 14 | <i>Veronica longifolia</i> | sp | | | | | |
| Рыхлокустовые и кистекорневые | | | | | | | |
| 1 | <i>Festuca pratensis</i> | cop ₂ | | sol | sol | | sol |
| 2 | <i>Caltha palustris</i> | | sol | sol | sp | | sp |
| 3 | <i>Ranunculus borealis</i> | sp | sol | sol | sp | | cop ₁ |
| 4 | <i>Trollius asiaticus</i> | sp | sol | sol | | | |
| 5 | <i>Veratrum Lobelianum</i> | | | sol | | | |
| Плотнокустовые | | | | | | | |
| | <i>Carex caespitosa</i> | cop ₂ | cop ₂ | cop ₂ | cop ₂ | cop ₂ | cop ₂ |
| Утолщеннокорневищные | | | | | | | |
| 1 | <i>Filipendula ulmaria</i> | cop ₁ | cop ₁ | cop ₂ | cop ₂ | cop ₂ | sol |
| 2 | <i>Polygonum bistorta</i> | cop ₂ | sol | | | | |
| 3 | <i>Rumex protractus</i> | sol | sol | un | | | |
| 4 | <i>Sanguisorba officinalis</i> | sol | sol | sol | | sol | |
| Ползучие и стелющиеся | | | | | | | |
| | <i>Ranunculus repens</i> | sp | | | | | sp |
| Итого | | 24 | 22 | 18 | 13 | 13 | 14 |

Примечание. В списке не приведены растения, встречающиеся в 1—2 ценозах с обилием sol.

отмечены лишь отдельные экземпляры вейника (*Calamagrostis Langsdorffii*), хвоща (*Equisetum heleocharis*), калужницы. Высота основной массы травостоя 50—70 (до 90) см, генеративных побегов — 70—130 см, общее проективное покрытие травостоя на кочках 100%, в межкочьях — 5—10%. В большинстве ценозов отчетливо выражен один ярус с двумя пологами, редко два яруса. Первый полог составлен лисохвостом, луговым вейником, хвощом, лабазником, горлецом (*Polygonum bistorta*), чемерицей; второй — осокой дернистой и овсяницей луговой. Моховой покров развит слабо, преимущественно по бокам кочек.

Флористический состав дернистоосочников разнообразен, он включает 69 видов травянистых растений (табл. 4). Моховой покров составлен видами: *Brachythecium* sp., *Clemacium dendroides*, *Leptodictyum riparium*, *Mnium cuspidatum*, *M. rugicum Pohlianutans*; почти все они — единично или редко встречающиеся. Среди дернистоосочников нередко присутствует таволга иволистная (*Spiraea salicifolia*), иногда боярышник, черная смородина, некоторые ивы. Степень закустаренности невелика.

Из табл. 4 видно, что ценозы дернистоосоковой формации различны по богатству видов. Наибольшее число видов (38) отмечено в дернистоосочнике (с *Festuca pratensis* и *Alopecurus pratensis*) хвощово-горлецовом, наименьшее (16) — в дернистоосочнике лабазниковом. Несмотря на сравнительно богатый флористический состав описываемых лугов, постоянными для всех ценозов и обильными могут считаться лишь осока дернистая и лабазник вязолистный; тот и другой вид — оксилomezофиты. Помимо этих видов, по отдельным ценозам довольно обильны: оксилomezофиты — вейник Лангсдорфа, горлец (*Polygonum bistorta*), лютик северный; мезогидрофит — хвощ (*Equisetum heleocharis*); гидромезофит — лисохвост луговой; мезофиты — кипрей (*Chamaenerium angustifolium*), хвощ полевой, мышиный горошек, овсяница луговая. Травостой дернистоосочников включает длиннокорневищных и корнеотпрысковых растений 19 видов, корневищно-рыхлокустовых и короткокорневищных — 26; рыхлокустовых и кистекокорневых — 7; прочих — от 1 до 5 видов. Торфянистые луга, как и болотистые, составлены преимущественно луговыми формами с участием болотных, но в отличие от первых здесь произрастает целый ряд лесных видов: *Saussurea serrata*, *Ptarmica impatientis*, *Thalictrum minus* и др., размещающихся обычно на кочках.

Дернистоосоковые луга из-за грубости сена и неудобства сенокосения являются малоценными в хозяйственном отношении. Используются они как пастбища, реже как сенокосы. Урожайность сена по отдельным ценозам приводится в табл. 5.

Таблица 5

Урожайность сена дернистоосочников

| Фитоценозы | № описаний | Дата взятия укосов | Урожайность сена, ц/га | | Ботанический состав, % | | | | | | |
|--|------------|--------------------|------------------------|---------------|------------------------|-------|---------|-------------|-------------------|------|--|
| | | | биологическая | хозяйственная | злаки | осоки | бобовые | разнотравье | явное разнотравье | сор | |
| Дернистоосочник хвощевый | 52 | 26/VII 1959 | 40 | 25,2 | 16,2 | 15,9 | 1,4 | 62,8 | 1,3 | 2,4 | |
| Вейниково-дернистоосочник лабазниковый | 46 | 24/VII 1959 | 62,2 | 39,2 | 15,4 | 24,6 | — | 33,3 | 9,2 | 17,5 | |
| Лисохвостово-дернистоосочник чистый | 16 | 28/VI 1959 | 35,2 | 22,2 | 71 | 12,3 | — | 8,8 | 4,6 | 3,3 | |
| Средняя урожайность | | | 45,8 | 29 | 34,2 | 14,2 | 0,3 | 38,3 | 5,0 | 7,7 | |

Дернистоосочники можно отнести к числу наиболее урожайных лугов: биологическая урожайность 35,2—62,2 ц/га, хозяйственная — 22,2—39,2 ц/га. Соотношение ботанических групп в травостое дернистоосочников неодинаково по отдельным ценозам. Оно свидетельствует о значительном содержании в сене наряду с осокой злаков и разнотравья. Ценозы различаются и по качеству сена. Несомненно, сено лисохвостово-дернистоосочника (с *Festuca pratensis* и *Alopecurus pratensis*) хвощово-горлецового лучше сена многих других дернистоосочников.

Выводы

1. Пойменные луга р. Бирюсы возникли на месте лесов, в основном березово-сосновых, антропогенным путем. Свидетельством их лесного происхождения служит наличие на лугах деревьев и кустарников, а в травостое — большого количества растений, свойственных лесным и лесопушечным ценозам: дудника (*Angelica silvestris*), ястребинки (*Hieracium umbellatum*), медуницы (*Pulmonaria mollissima*), василистника (*Thalictrum minus*), и др. Наиболее широко представлены они (48%) в лесопушечных вариантах лугов.

2. Экологические условия поймы р. Бирюсы, как «старой поймы», характеризующиеся усилением влияния водораздела, предопределяют восстановление в пойме лесных ценозов. Деятельность же человека направляет процесс развития лугов в сторону преобладания травостоев суходольного типа.

3. Господствующей формацией в пойме р. Бирюсы являются лугоовсянничники. Флористический анализ их показал, что луга Бирюсы переживают период перехода от корневищной стадии дернового процесса к рыхлокустовой с активным прогрессированием этого процесса. В мезофитном ряду задернения лугоовсянничникам предшествуют разнотравные луга с овсянищевой основой и лесопушечные варианты лугов.

4. В отрицательных формах рельефа, в условиях переменного увлажнения развиваются луга болотистого типа, которые с уменьшением увлажнения переходят в луга дернистоосоковые. Последние занимают в пойме второе место по распространенности после овсянищевых лугов.

5. Пойменные луга р. Бирюсы неравноценны в хозяйственном отношении. Травостой хорошего качества с выходом сена в среднем 16 ц/га дают лугоовсянничники. Дернистоосочники высокоурожайны — около 30 ц/га, но сено, за исключением лисохвостово-дернистоосочника и дернистоосочника (с овсяницей луговой), плохо поедается.

Восточно-Сибирский филиал
Сибирского отделения АН СССР,
Иркутск

Поступила в редакцию
5/1 1961

ЛИТЕРАТУРА

- Л. К. Давыдов, Гидрография СССР, ч. 2. Л., 1955.
- М. М. Одинцов, Геологическое строение Тайшет-Братского района Восточной Сибири. Свердловск — Москва, 1937.
- Р. А. Еленевский, Труды совещания геоботаников-луговедов 17—20 марта 1927 г. при Гос. лугов. ин-те. М., 1927.
- А. П. Шенников, Луговая растительность СССР. Растительность СССР, вып. 1. М.—Л., 1938.
- Л. И. Номоконов, Пойменные луга Енисея. Изд-во АН СССР, М., 1959.
- Л. И. Номоконов, Кормовые ресурсы верхней Лены и их хозяйственное использование. Тр. Вост.-Сиб. фил. СО АН СССР, вып. 22, сер. биол., 1960.
- М. В. Фролова, Луга северо-западной части Иркутской области (вдоль Ленской железной дороги). Тр. Вост.-Сиб. фил. СО АН СССР, вып. 22, сер. биол., 1960.

Г. И. ПОПОВСКАЯ

ФИТОПЛАНКТОН СЕЛЕНГИНСКОГО МЕЛКОВОДЬЯ И ПРИЛЕЖАЩИХ УЧАСТКОВ ОТКРЫТОГО БАЙКАЛА

В связи со слабой изученностью Селенгинского мелководья Байкальская лимнологическая станция, начиная с 1958 г., проводит комплексное изучение этого района. Исследование фитопланктона Селенгинского мелководья проводится одновременно с работами по гидрохимии и зоопланктону.

Селенгинское мелководье — обширный участок, прилежащий к восточному берегу Байкала, ширина которого условно определяется нами в 8 км, где проходит 50-метровая изобата. Южной границей его является ст. Боярская, северной — дер. Сухая. Почти в центре этого района впадает самый крупный и мощный приток Байкала — р. Селенга. При впадении в озеро Селенга образует громадную дельту, которая далеко вдается в Байкал и занимает 60 км береговой полосы. В дельте Селенга разветвляется на ряд крупных и мелких протоков, по которым вливает свои воды в Байкал. К северу от дельты расположен залив Провал, к югу Истокский и Посольский соры. Для Селенгинского района характерны малые глубины, обусловленные своим происхождением выносом Селенги. Полосы с глубинами 0—10 м против дельты простираются в озеро на расстояние 5—6 км, 50-метровая изобата отстоит от берега на 8—10 км. Против дельты грунты песчаные, песчано-илистые и илистые, к югу и северу от дельты преобладают пески попеременно с участками камней [1]. Селенгинское мелководье в значительной степени отличается от прилежащих участков открытого Байкала по температурному режиму. Благодаря влиянию большого количества селенгинских вод и обширной площади мелководья, воды Селенгинского участка быстро прогреваются. В летний период максимальная температура воды достигает 17—18°, а в некоторые годы — 18—20°. Кроме того, Селенгинский район отличается от открытого Байкала более высокой общей минерализацией воды, повышенным содержанием кремния и большей величиной окисляемости. Прозрачность воды на Селенгинском мелководье в несколько раз ниже, чем в открытом Байкале, что обусловлено, с одной стороны, выносом р. Селенгой массы взвешенных минеральных частиц, с другой — близостью песчано-илистого дна, с которого ил поднимается частыми волнениями.

Довольно подробные описания этого района, а также его гидрологического режима и химизма имеются в работах К. И. Мейера [2], В. Н. Яснитского [3], Г. Ю. Верещагина [4], М. М. Кожова [1], Л. Л. Россолимо [5], К. К. Вотинцева [6].

Как установлено ранее [3, 4, 7, 8], условия, существующие на Селенгинском мелководье, очень своеобразны и складываются из трех моментов: 1) условия, присущие Селенгинскому мелководью, 2) влияние р. Селенги, 3) влияние открытого Байкала. Неодинаковые условия существо-

вания определяют своеобразную жизнь планктонных организмов этого района. Кроме того, Селенгинский район является одним из важнейших рыбопромысловых участков Байкала, поэтому выяснение условий динамики планктона имеет и практическое значение.

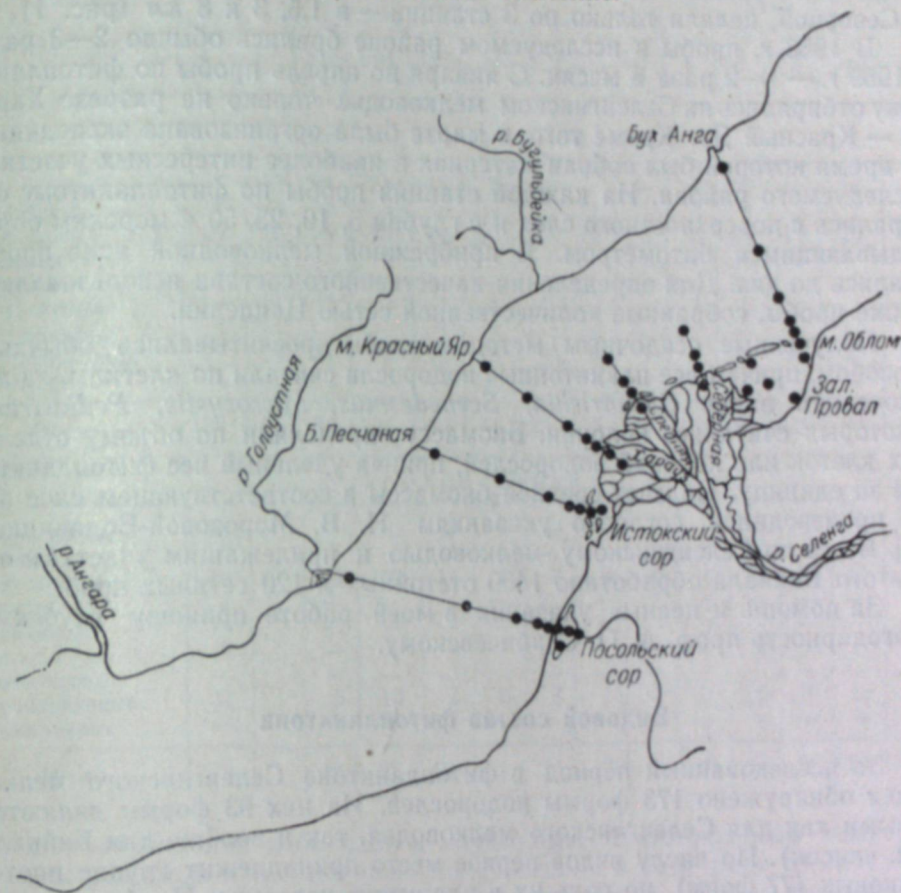


Рис. 1. Схема Селенгинского района Байкала.
● — гидробиологические станции.

Первые краткие сведения о фитопланктоне Селенгинского мелководья появились в работах В. Н. Яснитского [3] и К. И. Мейера [2, 9]. Более детально фитопланктон Селенгинского мелководья описан в работе А. П. Скабичевского [7], в основу которой легли сборы Байкальской лимнологической станции за 1925—1926 гг. А. П. Скабичевский дает качественную и количественную характеристику фитопланктона в наиболее важные для его развития периоды года и указывает на своеобразную периодичность его годового развития. Некоторые данные о фитопланктоне этого района Байкала имеются в сводной работе В. Н. Яснитского и А. П. Скабичевского [8], а также в статьях О. М. Кожовой [10, 11].

Исследования фитопланктона упомянутых авторов охватывают короткий период, основываются на сетяных пробах, поэтому ими не были обнаружены некоторые массовые формы наннопланктона, характерные для Селенгинского мелководья. Данные по биомассе фитопланктона почти полностью отсутствовали.

Для изучения фитопланктона Селенгинского мелководья и прилежащих участков открытого Байкала, начиная с июня 1958 г. и по сентябрь 1959 г., было проведено 17 экспедиционных выездов на катерах

Байкальской лимнологической станции. Весь исследуемый район был разбит на шесть разрезов, на каждом из которых пробы отбирались с 5 станций — в 1,5, 3, 8 и 18 км от восточного, а также в 3 км от западного побережья Байкала. На разрезах, идущих от проток Средней и Северной, делали только по 3 станции — в 1,5, 3 и 8 км (рис. 1).

В 1958 г. пробы в исследуемом районе брались обычно 2—3 раза, в 1959 г. — 1—2 раза в месяц. С января по апрель пробы по фитопланктону отбирались на Селенгинском мелководье только на разрезе Харатуз — Красный Яр. Кроме того, в марте была организована экспедиция, во время которой был собран материал в наиболее интересных участках исследуемого района. На каждой станции пробы по фитопланктону отбирались с поверхностного слоя и с глубин 5, 10, 25, 50 м морским опрокидывающимся батометром. В прибрежной мелководной зоне пробы брались до дна. Для определения качественного состава использовались также пробы, собранные количественной сетью Цеппелин.

Полученные осадочным методом пробы просчитывались обычным способом, причем все планктонные водоросли считали по клеткам, за исключением видов *Gloetrichia*, *Scenedesmus*, *Microcystis*, *Pediastrum*, у которых считались колонии. Биомассу определяли по объему отдельных клеток или колоний водорослей, приняв удельный вес фитопланктона за единицу. Подсчет средней биомассы в соответствующем слое воды производился согласно указаниям Н. В. Морозовой-Водяницкой [12]. Всего по Селенгинскому мелководью и прилегающим участкам открытого Байкала обработано 1400 отстойных и 120 сетяных проб.

За помощь и ценные указания в моей работе приношу глубокую благодарность проф. А. П. Скабичевскому.

Видовой состав фитопланктона

За исследованный период в фитопланктоне Селенгинского мелководья обнаружено 173 формы водорослей. Из них 93 формы являются новыми как для Селенгинского мелководья, так и вообще для Байкала (см. список). По числу видов первое место принадлежит группе протококковых (77 форм), но роль их в планктоне невелика. Наиболее часто из этой группы водорослей встречаются *Ankistrodesmus pseudomirabilis*, *Scenedesmus bijgatus*, *S. acuminatus*, *S. quadricauda*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Actinastrum hantzschii*, *Tetrastrum glabrum*. Второе место занимают сине-зеленые водоросли (37 форм). Доминирующими видами этой группы являются *Anabaena lemmermannii*, *A. hassalii*, *A. verrucosa* f. *major*, *Microcystis pulvereae*, *Merismopedia tenuissima*, *Gloetrichia echinulata*. Такие виды, как *Anabaena lemmermannii*, *Anabaena hassalii*, в летние месяцы вызывают в некоторых участках исследуемого района «цветение воды». Несколько уступает сине-зеленым по числу видов группа диатомовых (30 форм), однако такие виды этой группы, как *Melosira islandica*, *M. baicalensis*, *M. binderana*, *Cyclotella minuta*, *C. sp.*, *Stephanodiscus hantzschii*, *St. sp.*, *Synedra acus* subsp. *radians*, *Melosira distans* subsp. *alpigena*, *Asterionella formosa*, являются наиболее многочисленными, за счет них в основном и складывается биомасса фитопланктона. Золотистые, перидиновые, вольвоксовые водоросли представлены небольшим числом видов. Характерными представителями этих групп являются *Dinobryon cylindricum*, *Peridinium baicalense*, *Eudorina elegans*, *Pandorina morum*. Что касается улотриковых, эвгленовых и десмидиевых водорослей, то они вообще не свойственны Селенгинскому мелководью и встречаются единичными экземплярами (табл. 1).

Разнообразный видовой состав фитопланктона Селенгинского мел-

Таблица 1
Видовое обилие фитопланктона Селенгинского мелководья и прилегающих к нему участков открытого Байкала в 1958—1959 гг.

| Группы водорослей | Всего | 1958 г. | | | | | | 1959 г. | | | | | | |
|-------------------------|-------|---------|-----|------|----|----|----|---------|-----|----|----|-----|------|----|
| | | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | III | V | VI | VII | VIII | IX |
| Селенгинское мелководье | | | | | | | | | | | | | | |
| Сине-зеленые | 37 | 13 | 21 | 21 | 11 | 4 | 4 | — | — | 1 | 10 | 15 | 16 | 5 |
| Золотистые | 7 | 3 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 |
| Диатомовые | 30 | 17 | 20 | 20 | 14 | 16 | 9 | 10 | 8 | 16 | 24 | 19 | 20 | 14 |
| Перидиновые | 4 | — | 1 | 1 | — | — | — | — | 2 | 2 | 1 | 1 | — | 1 |
| Эвгленовые | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Вольвоксовые | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | — | — | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Улотриковые | 1 | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Протококковые | 77 | 29 | 37 | 53 | 22 | 19 | 9 | 5 | 7 | 7 | 41 | 52 | 38 | 19 |
| Десмидиевые | 11 | 2 | 2 | 3 | 1 | — | 1 | — | — | 2 | 6 | 6 | 5 | 1 |
| Итого | 173 | 65 | 89 | 104 | 52 | 41 | 25 | 16 | 18 | 32 | 88 | 98 | 82 | 44 |
| Открытый Байкал | | | | | | | | | | | | | | |
| Сине-зеленые | 13 | — | 1 | 6 | 5 | 2 | — | — | — | — | 2 | 6 | 4 | 5 |
| Золотистые | 4 | — | 1 | 1 | 1 | — | — | — | — | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| Диатомовые | 19 | — | 9 | 10 | 11 | 9 | 8 | 6 | 6 | 8 | 15 | 11 | 11 | 14 |
| Перидиновые | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — |
| Эвгленовые | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Вольвоксовые | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — |
| Улотриковые | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Протококковые | 31 | — | 5 | 10 | 4 | 6 | 3 | 1 | 2 | 1 | 25 | 10 | 13 | 9 |
| Десмидиевые | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Итого | 70 | — | 16 | 27 | 21 | 17 | 11 | 7 | 9 | 10 | 47 | 28 | 31 | 31 |

ководья обусловлен небольшими глубинами, благоприятным температурным режимом и повышенным содержанием в воде ряда химических компонентов (железо, кремний, гидрокарбонаты). Кроме того, фитопланктон мелководья постоянно обогащается формами водорослей, приносимых р. Селенгой. Укажем, что только в трех дельтовых протоках р. Селенги нами обнаружено 120 форм водорослей, большинство которых встречается на мелководье. Наиболее богатыми по количеству видов водорослей являются более мелководные участки, примыкающие к дельте и вместе с тем в большей степени находящиеся под влиянием р. Селенги. Так, если в 1,5 км от дельтовых проток число обнаруженных форм водорослей равно 55—77, то уже в 8 км их число не превышает 40 (табл. 2).

Влияние р. Селенги сказывается не только на увеличении качественного состава фитопланктона, но и на динамике количественного развития отдельных видов. Особенно наглядно это заметно на таких видах, как *Cyclotella* sp., *Stephanodiscus hantzschii*, *Nitzschia acicularis*, которые не только обильно развиваются в дельтовых протоках р. Селенги, но также интенсивно вегетируют и на Селенгинском мелководье. Однако район их массового распространения ограничен. Наиболее высокая концентрация этих видов отмечалась против дельтовых проток р. Селенги. По мере удаления в открытый Байкал, а также к югу и северу от дельты их количество заметно уменьшалось (табл. 3).

Влияние фитопланктона дельтовых проток р. Селенги на видовое разнообразие планктона мелководья хорошо прослеживается и по ряду

Таблица 2

Количество видов планктонных водорослей в различных участках Селенгинского мелководья и открытого Байкала в 1958—1959 гг.

| Разрезы | 1958 г. | | | | | 1959 г. | | | | |
|---------------------|-------------------------------------|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|
| | Расстояние от восточного берега, км | | | | | | | | | |
| | 1,5 | 3 | 8 | 18 | 3 | 1,5 | 3 | 8 | 18 | 3 |
| Посольск—Голоустное | 28 | 18 | 11 | 8 | ? | 23 | 17 | 15 | 13 | 23 |
| Исток—Песчаная | 55 | 23 | 25 | ? | ? | 53 | 38 | 29 | 27 | 18 |
| Харауз—Красный Яр | 55 | 47 | 33 | 30 | 25 | 62 | 45 | 40 | 53 | 22 |
| Против Средней | 77 | 56 | 40 | ? | ? | 71 | 49 | 32 | ? | ? |
| Против Северной | 67 | 44 | 36 | ? | ? | 62 | 44 | 34 | ? | ? |
| Облом—Анга | 57 | 45 | 19 | ? | ? | 55 | 49 | 43 | 22 | 22 |

Примечание. В этой таблице, как и в последующих, после обозначения 18 км от восточного берега указывается расстояние 3 км от западного побережья Байкала.

Таблица 3

Распределение численности *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella sp.*, *Nitzschia acicularis* в поверхностном слое дельтовых проток р. Селенги и в Байкале в июне—августе 1958—1959 гг. (в тыс. клеток на литр)

| Разрезы | Дельтовые протоки | Расстояние от восточного берега, км | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------------------------------|-------|------|-------|-----|
| | | 1,5 | 3 | 8 | 18 | 3 |
| 1958 г. | | | | | | |
| Посольск—Голоустное | | 0,9 | + | 0 | ? | ? |
| Исток—Песчаная | | 9,1 | 2,2 | 5,9 | 3,7 | ? |
| Харауз—Красный Яр | 1126,4 | 488,5 | 91,4 | 12,7 | 4,3 | 0,4 |
| Против Средней | 852,3 | 180,5 | 44,2 | 2,7 | ? | ? |
| Против Северной | 682,5 | 86,4 | 23,5 | 13,5 | ? | ? |
| Облом—Анга | | 23,0 | 15,1 | + | ? | ? |
| 1959 г. | | | | | | |
| Посольск—Голоустное | | 3,8 | 0,4 | + | 0 | 6,0 |
| Исток—Песчаная | | 90,1 | 16,7 | 3,8 | 0,9 | 1,8 |
| Харауз—Красный Яр | 264,2 | 292,5 | 122,0 | 47,4 | 112,9 | 3,1 |
| Против Средней | 332,9 | 284,9 | 43,5 | 4,4 | ? | ? |
| Против Северной | 498,7 | 433,0 | 46,3 | 12,3 | ? | ? |
| Облом—Анга | | 84,9 | 54,9 | 2,0 | 0,3 | 0,2 |

других водорослей. Например, такие виды, как *Anabaena verrucosa* f. *major*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Actinastrum hantzschii*, виды *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Tetrastrum*, имеющиеся в дельтовых протоках, встречаются в 1,5 км от дельты в значительно большем количестве, чем в 3 и 8 км, и гораздо больше, чем на мелководных участках против Посольского и Истокского соров, которые находятся в стороне от р. Селенги. Следует также указать, что десмидиевые водоросли, свойственные реке, встречаются на мелководье только против дельтовых проток и почти полностью отсутствуют на других разрезах (см. список).

Таким образом, дельтовые протоки р. Селенги увеличивают как видовой состав фитопланктона, так и количество водорослей на Селенгинском мелководье. Большинство видов водорослей, особенно массовых, вынесенных из проток р. Селенги, как справедливо отмечал А. П. Скабичевский [7], не просто механически примешивается к планктону мелководья, а самостоятельно способно там развиваться, что подтверждается постоянно высоким количеством этих видов на Селенгинском мелководье и обширностью района, занимаемого этими водорослями.

Соры также являются источником проникновения ряда форм водорослей на мелководье, хотя влияние их значительно слабее, чем дельтовых проток р. Селенги. Особенно хорошо заметно влияние на планктон мелководья залива Провал, который широкими проливами-прорвами соединяется с Байкалом. Во время массового развития характерные для залива формы — *Melosira distans* subsp. *alpigena*, *M. italica*, *Stephanodiscus tenuis* subsp. *radiolaria*, *Anabaena hassalii*, *Aphanizomenon flos-aquae* и другие, будучи вынесенными из Провала, находят для себя благоприятные условия и в большом количестве развиваются в участках Селенгинского мелководья, примыкающих к заливу. Например, численность *Melosira distans* subsp. *alpigena* в Байкале в 1,5 км от Провала в августе 1959 г., как и в заливе, превышает 2 млн. клеток в литре. Встречаются указанные водоросли и в других местах исследованного района, однако в массе они присущи только участкам, непосредственно прилегающим к Провалу.

Влияние фитопланктона Истокского сора на мелководье несколько слабее, чем залива Провал, вследствие значительной его изолированности от Байкала. Из характерных для этого сора водорослей на Селенгинском мелководье встречаются *Anabaena augstumalis*, *Aphanizomenon flos-aquae* f. *klebahnii*, район распространения которых не идет далее участков мелководья, примыкающих к сору (до 1,5 км). Следует отметить, что эти водоросли на Селенгинском мелководье не дают массового развития. Напротив, *Gloeotrichia echinulata*, вынесенная из Истокского сора, хорошо развивается в ближайших к нему участках мелководья.

Что касается Посольского сора, соединяющегося с Байкалом одной узкой прорвой, то его влияние на фитопланктон Селенгинского мелководья крайне незначительно. В летние месяцы в Посольском соре отмечается бурное развитие сине-зеленых (*Gloeotrichia echinulata*, *Anabaena flosaquae*), максимальная биомасса которых достигает 65 г/м³. Однако в Байкале против этого сора указанные виды водорослей развиваются слабо. Незначительное влияние фитопланктона Посольского сора на планктон мелководья прослеживается и на общем видовом составе водорослей. Так, в 1,5 км от Посольского сора в Байкале количество обнаруженных видов водорослей, общих с сором, равно 26, в то время как против Истокского сора и залива Провал их количество составляет 58 и 64.

В прилегающих к Селенгинскому мелководью участках открытого Байкала за период исследования обнаружено 70 форм водорослей. Из них протококковых 31, диатомовых 19, золотистых 4, сине-зеленых 13, вольвоксовых 2, перидиновых 1. Характерно, что первое место по числу видов здесь принадлежит группе протококковых водорослей, в то время как в других участках открытого Байкала ведущую роль играют диатомовые [8]. Большой процент протококковых в фитопланктоне этого района открытого Байкала объясняется влиянием на него фитопланктона дельтовых проток р. Селенги и самого мелководья. Однако по количественному развитию первое место во все сезоны года занимают диатомовые. Укажем, что в участках открытого Байкала, прилегающих к Селенгинскому мелководью, нет ни одной формы водорослей, которая бы не развивалась на Селенгинском мелководье. Следовательно, видовой состав фитопланктона Селенгинского мелководья за счет открытого Байкала не пополняется. Следует особо отметить, что характерные представители фитопланктона открытого Байкала и байкальские эндемики, такие как *Melosira islandica*, *M. baicalensis*, *M. binderana*, *Peridinium baicalense*, *Dinobryon cylindricum*, на Селенгинском мелководье раз-

виваются во много раз интенсивнее, чем в открытом Байкале (см. табл. 4).

Таким образом, открытый Байкал в основном отрицательно влияет на планктон мелководья, нагоняя туда бедные фитопланктоном воды. Исключение составляет осенний период, когда *Cyclotella minuta* в открытом Байкале развивается даже несколько интенсивнее, чем на Селенгинском мелководье.

В приложении приводится список водорослей, обнаруженных на Селенгинском мелководье.

Количественная характеристика фитопланктона Селенгинского мелководья и открытого Байкала

Весна (вторая половина февраля—июнь). Развитие фитопланктона на Селенгинском мелководье Байкала начинается уже во второй половине февраля. В это время в планктоне в небольшом количестве появляется *Melosira islandica*, численность которой не превышает 40 тыс. клеток в литре. В марте количество фитопланктона заметно увеличивается, главным образом за счет дальнейшего развития *Melosira islandica*, максимальная биомасса которой достигает 1109,4 мг/м³. Наиболее интенсивно эта водоросль в марте развивается в прибрежных участках Селенгинского мелководья (табл. 4).

Таблица 4

Распределение биомассы *Melosira islandica*, *M. baicalensis*, *M. binderana* на Селенгинском мелководье и в открытом Байкале весной 1959 г. (биомасса в мг/м³ для слоя 0—5 м)

| Расстояние, км | <i>M. islandica</i> | | | <i>M. baicalensis</i> | | | <i>M. binderana</i> | | |
|-------------------------|---------------------|--------|-------|-----------------------|------|-------|---------------------|-------|-------|
| | III | V | VI | III | V | VI | III | V | VI |
| Селенгинское мелководье | | | | | | | | | |
| 1,5 | 153,9 | 797,7 | 934,0 | 0 | 0 | 136,6 | 0 | 245,2 | 186,8 |
| 3 | 22,1 | 1299,3 | 980,0 | 5,3 | 0 | 243,0 | 0 | 53,1 | 174,6 |
| 8 | 2,3 | 515,4 | 516,1 | 8,3 | 92,6 | 47,6 | 0 | 25,8 | 79,0 |
| Открытый Байкал | | | | | | | | | |
| 18 | + | 91,9 | 216,5 | 2,0 | 5,1 | 94,2 | 0 | 10,0 | 30,5 |
| 3 | 0 | 0,9 | 7,0 | 0 | 8,0 | 25,7 | 0 | 0 | 6,4 |

Наряду с диатомовыми в марте наблюдалось значительное развитие перидиновых водорослей (*Peridinium baicalense*), имевших в это время в поверхностном слое биомассу 294,6 мг/м³ (табл. 5). Максимальная биомасса *Peridinium baicalense* была отмечена в 3 км от Посольского сора и составляла 2499 мг/м³. Основная масса этой водоросли была сосредоточена в поверхностном слое, а не на глубине 50—100 м, как отмечалось ранее [13]. В марте более высокими показателями биомассы фитопланктона характеризовались поверхностные слои (табл. 6). Наибысшего количественного развития фитопланктон на Селенгинском мелководье достиг в мае—июне 1959 г., образовав весенний максимум, являющийся также годовым максимумом. Ведущая роль в этот период по-прежнему принадлежит *Melosira islandica*, интенсивное развитие которой охватывает уже все мелководье. Максимальная биомасса ее в мае—июне достигает 2064 мг/м³. Появляется в это время и *Melosira bin-*

Таблица 5

Соотношение биомассы основных групп водорослей в поверхностном слое воды в целом для Селенгинского мелководья и прилегающих участков открытого Байкала в 1958—1959 гг.

| Группы водорослей | 1958 г. | | | | | | | 1959 г. | | | | | |
|-------------------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | III | V | VI | VII | VIII | IX |
| Селенгинское мелководье | | | | | | | | | | | | | |
| Сине-зеленые | 31,6 | 62,2 | 75,2 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | 498,4 | 153,1 | 42,7 |
| Золотистые | 165,6 | 58,4 | 8,5 | 0,1 | 0 | + | + | 0,8 | 0 | 1,1 | 1,0 | 4,6 | 0,9 |
| Диатомовые | 142,9 | 69,7 | 34,7 | 47,5 | 104,7 | 93,4 | 31,1 | 108,9 | 772,6 | 1033,5 | 288,1 | 80,7 | 299,4 |
| Перидиновые | — | — | — | — | — | — | — | 294,6 | 1,1 | — | — | — | — |
| Протококковые | 4,7 | 13,2 | 2,9 | 7,3 | 1,9 | 0,2 | + | 0,2 | 0,1 | — | 6,4 | 4,2 | 2,7 |
| Итого | 344,8 | 203,5 | 121,3 | 55,0 | 106,6 | 93,6 | 31,1 | 404,5 | 773,8 | 1041,0 | 791,7 | 241,1 | 348,0 |
| Открытый Байкал | | | | | | | | | | | | | |
| Сине-зеленые | — | 0 | 238,0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 116,3 | 2,7 | 1,6 |
| Золотистые | — | 15,8 | 7,7 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 2,6 | 0 | 1,8 | 0 | 0,3 | 4,6 |
| Диатомовые | — | 4,6 | 3,2 | 24,6 | 93,2 | 162,5 | 48,4 | 2,0 | 66,3 | 173,3 | 2,6 | 1,2 | 143,8 |
| Протококковые | — | 0 | 1,3 | 0,6 | 0,4 | 0,1 | 0 | 0,2 | 0,1 | 1,1 | 0,3 | 2,4 | 6,5 |
| Итого | — | 20,4 | 250,2 | 25,7 | 93,6 | 162,6 | 48,4 | 4,8 | 66,4 | 176,2 | 119,2 | 6,6 | 156,5 |

derana с максимальной биомассой 1141,6 мг/м³. *Melosira baicalensis* в мае развивается еще слабо, наибольшее ее количество падает на июнь (см. табл. 4).

В 1958 г., в противоположность 1959 г., в весеннем фитопланктоне преобладал *Dinobryon cylindricum*, составлявший 48% от общей биомассы фитопланктона (максимальная биомасса 750 мг/м³). Диатомовые водоросли в это время составляли 41%, а протококковые и сине-зеленые — 11%.

Как в 1958, так и в 1959 г. в весеннем фитопланктоне, особенно в июне, значительная роль принадлежала *Cyclotella* sp., *Stephanodiscus hantzschii*, *Nitzschia acicularis*. Максимальная численность этих водорослей весной 1958 г. отмечена в июне — 900 тыс. клеток в литре. Роль сине-зеленых и протококковых в весенний период очень незначительна. Распределение биомассы в этот период в различных участках Селенгинского мелководья весьма неравномерно. В 1958 г. наиболее низкими показателями биомассы фитопланктона характеризовался разрез Посольский — Голоустное вследствие очень слабого развития здесь *Dinobryon cylindricum*. В 1959 г. в весенний период максимальная биомасса планктонных водорослей отмечалась на разрезе Исток—Песчаная и была обусловлена более интенсивным развитием здесь *Melosira islandica*, *M. baicalensis*, *M. binderana* (табл. 7).

Наиболее высокопродуктивными (судя по биомассе фитопланктона) являются участки Селенгинского мелководья, отстоящие на 1,5—3 км от восточного берега. Биомасса фитопланктона в 8-километровом удалении значительно меньше, так как этот участок Селенгинского мелководья находится под большим влиянием открытого Байкала, воды которого бедны фитопланктоном (табл. 8).

Как установлено ранее [14], сезонный ход развития фитопланктона в Байкале обнаруживает резкие различия в величине урожая массовых

Таблица 6

Распределение биомассы фитопланктона на различных глубинах Селенгинского мелководья и открытого Байкала в 1958—1959 гг. (в $мг/м^3$)

| Глубина, м | 1958 г. | | | | | | | | | | | | 1959 г. | | | | | | | | |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|--------|--------|-------|---------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--|--|
| | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | III | V | VI | VII | VIII | IX | III | V | VI | VII | VIII | IX | | |
| Селенгинское мелководье | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,5 км | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 321,4 | 408,9 | 88,9 | 91,1 | 83,1 | 94,4 | 29,0 | 369,0 | 326,4 | 1269,9 | 1500,3 | 426,4 | 767,4 | 369,0 | 326,4 | 1269,9 | 1500,3 | 426,4 | 767,4 | | |
| 5 | 863,0 | 300,7 | 58,4 | 104,3 | 111,7 | 64,5 | 36,4 | 102,6 | 1747,9 | 1210,4 | 834,1 | 573,1 | 337,0 | 102,6 | 1747,9 | 1210,4 | 834,1 | 573,1 | 337,0 | | |
| 3 км | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 317,3 | 139,7 | 132,3 | 50,2 | 135,6 | 88,4 | 24,7 | 854,1 | 1228,3 | 1435,3 | 614,6 | 188,4 | 240,8 | 854,1 | 1228,3 | 1435,3 | 614,6 | 188,4 | 240,8 | | |
| 5 | 257,3 | 111,5 | 52,4 | 41,0 | 112,3 | 95,5 | 39,5 | 225,9 | 1431,4 | 894,2 | 480,9 | 122,1 | 208,8 | 225,9 | 1431,4 | 894,2 | 480,9 | 122,1 | 208,8 | | |
| 10 | 475,3 | 231,8 | 31,9 | 95,0 | 90,5 | 123,2 | 40,2 | 133,2 | 1616,8 | 571,1 | 477,6 | 69,9 | 187,7 | 133,2 | 1616,8 | 571,1 | 477,6 | 69,9 | 187,7 | | |
| 8 км | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | — | 62,3 | 143,1 | 24,0 | 101,3 | 98,0 | 39,6 | 7,6 | 747,6 | 417,7 | 260,7 | 108,9 | 35,6 | 7,6 | 747,6 | 417,7 | 260,7 | 108,9 | 35,6 | | |
| 5 | 333,7 | 147,6 | 80,3 | 27,7 | 103,1 | 116,7 | 44,5 | 11,2 | 535,3 | 478,9 | 162,2 | 20,1 | 42,6 | 11,2 | 535,3 | 478,9 | 162,2 | 20,1 | 42,6 | | |
| 10 | — | 61,5 | 34,8 | 31,1 | 150,3 | 88,0 | 27,3 | 5,7 | 441,7 | 484,1 | 25,8 | 21,5 | 65,8 | 5,7 | 441,7 | 484,1 | 25,8 | 21,5 | 65,8 | | |
| 25 | 126,9 | 45,2 | 11,3 | 22,4 | 93,5 | 112,3 | 44,0 | 2,9 | 537,4 | 52,27 | 7,4 | 8,0 | 25,1 | 2,9 | 537,4 | 52,27 | 7,4 | 8,0 | 25,1 | | |
| 50 | — | 7,7 | 5,7 | 19,2 | 117,0 | 99,4 | 43,4 | 4,7 | 149,2 | 512,6 | 6,2 | 8,7 | 9,1 | 4,7 | 149,2 | 512,6 | 6,2 | 8,7 | 9,1 | | |
| Открытый Байкал | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 км | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | — | 20,3 | 218,3 | 27,2 | 104,7 | 154,6 | 55,4 | 8,7 | 118,2 | 308,2 | 222,5 | 4,6 | 194,8 | 8,7 | 118,2 | 308,2 | 222,5 | 4,6 | 194,8 | | |
| 5 | — | 14,0 | 39,1 | 23,9 | 117,6 | 129,5 | 68,1 | 12,5 | 76,6 | 208,9 | 9,0 | 9,9 | 122,2 | 12,5 | 76,6 | 208,9 | 9,0 | 9,9 | 122,2 | | |
| 10 | — | 11,8 | 18,4 | 10,6 | 86,9 | 160,8 | 32,0 | 1,5 | 133,6 | 247,6 | 6,0 | 5,0 | 232,7 | 1,5 | 133,6 | 247,6 | 6,0 | 5,0 | 232,7 | | |
| 25 | — | 19,1 | 12,9 | 11,9 | 80,1 | 101,9 | 45,5 | 3,8 | 38,0 | 61,3 | 8,6 | 3,6 | 55,5 | 3,8 | 38,0 | 61,3 | 8,6 | 3,6 | 55,5 | | |
| 50 | — | 9,0 | 9,5 | 14,2 | 56,9 | 74,7 | 46,8 | 5,3 | 60,2 | 87,0 | 6,6 | 3,0 | 4,2 | 5,3 | 60,2 | 87,0 | 6,6 | 3,0 | 4,2 | | |
| 3 км | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | — | — | 282,1 | 24,2 | 82,5 | 170,6 | 56,1 | 0,9 | 7,1 | 44,5 | 15,9 | 8,7 | 118,4 | 0,9 | 7,1 | 44,5 | 15,9 | 8,7 | 118,4 | | |
| 5 | — | 35,3 | 38,9 | 18,2 | 74,1 | 157,0 | 27,6 | 0,4 | 3,2 | 23,2 | 12,9 | 5,0 | 122,2 | 0,4 | 3,2 | 23,2 | 12,9 | 5,0 | 122,2 | | |
| 10 | — | — | 6,5 | 13,4 | 68,5 | 42,6 | 29,7 | 1,7 | 4,3 | 32,0 | 7,8 | 7,3 | 64,7 | 1,7 | 4,3 | 32,0 | 7,8 | 7,3 | 64,7 | | |
| 25 | — | — | 10,7 | 15,8 | 66,5 | 73,8 | 19,8 | 1,1 | 18,3 | 15,5 | 0,4 | 6,9 | 67,4 | 1,1 | 18,3 | 15,5 | 0,4 | 6,9 | 67,4 | | |
| 50 | — | — | 5,0 | 15,1 | 58,5 | 80,4 | 52,7 | 1,5 | 1,9 | 38,0 | 0,1 | 4,9 | 11,4 | 1,5 | 1,9 | 38,0 | 0,1 | 4,9 | 11,4 | | |

форм водорослей. Особенно наглядно эти колебания проявляются у рода *Melosira*. Материалы наших наблюдений подтверждают выводы других исследователей [11, 14, 15] о резких годовых различиях в урожае массовых форм водорослей. Так, 1959 г. на Селенгинском мелководье, в противоположность 1958 г., можно отнести к числу «урожайных» за счет интенсивной вегетации в весенний период *Melosira islandica*, *M. binderrana*, *M. baicalensis*. Средняя биомасса фитопланктона в целом для Селенгинского мелководья весной 1958 г. (июнь) определялась в $391,3 мг/м^3$. В 1959 г. (с марта по июнь) средняя биомасса колебалась от $200,6$ до $996,6 мг/м^3$ (см. рис. 2), а максимальная — превышала $3 г/м^3$.

Как известно, развитие фитопланктона в открытом Байкале происходит позднее, чем в его мелководных районах, и приходится обычно на март [8, 14, 16—18]. В участках открытого Байкала, прилежащих к Селенгинскому мелководью, фитопланктон в марте 1959 г. был очень беден и состоял из единичных экземпляров *Dinobryon cylindricum*, *Melosira islandica*, *Cyclotella minuta*. Если на Селенгинском мелководье биомасса фитопланктона на глубинах 0 и 5 м колебалась от $102,6$ до $854,1 мг/м^3$, в открытом Байкале в это время она не превышала $12,5 мг/м^3$ (см. табл. 6). В мае — июне отмечалось некоторое увеличение биомассы

Таблица 7
Распределение биомассы фитопланктона в поверхностном слое в различных участках Селенгинского мелководья и открытого Байкала в 1958—1959 гг. (в $мг/м^3$ в среднем на разрез)

| Разрезы | 1958 г. | | | | | | | | | | | | 1959 г. | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | III | V | VI | VII | VIII | IX | VI | VII | VIII | IX | XI | XII | | | | | | | |
| Селенгинское мелководье | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Посольск—Голоустное | 92,6 | 49,5 | 20,1 | 65,3 | 118,9 | 192,9 | 66,0 | 1358,5 | 197,8 | 1276,3 | 8,5 | 411,4 | 11,0 | 92,6 | 49,5 | 20,1 | 65,3 | 118,9 | 192,9 | 66,0 | 1358,5 | 197,8 | 1276,3 | 8,5 | 411,4 | 11,0 |
| Исток—Песчаная | 293,9 | 138,6 | 149,9 | 28,3 | 121,5 | 73,7 | 23,5 | — | 1194,3 | 2057,2 | 3364,2 | 303,9 | 1310,9 | 293,9 | 138,6 | 149,9 | 28,3 | 121,5 | 73,7 | 23,5 | — | 1194,3 | 2057,2 | 3364,2 | 303,9 | 1310,9 |
| Харауз—Красный Яр | 387,0 | 266,8 | 224,1 | 113,0 | 187,3 | 111,0 | 22,5 | 415,6 | 1222,3 | 811,5 | 497,4 | 100,1 | 140,4 | 387,0 | 266,8 | 224,1 | 113,0 | 187,3 | 111,0 | 22,5 | 415,6 | 1222,3 | 811,5 | 497,4 | 100,1 | 140,4 |
| Против Средней | 515,1 | 98,5 | 100,9 | — | 88,1 | 72,7 | 32,4 | 44,1 | — | 1033,5 | 116,0 | 79,3 | 149,8 | 515,1 | 98,5 | 100,9 | — | 88,1 | 72,7 | 32,4 | 44,1 | — | 1033,5 | 116,0 | 79,3 | 149,8 |
| Против Северной | 362,0 | 362,0 | 69,0 | 46,9 | 59,2 | 56,0 | 22,0 | — | — | 474,7 | 159,5 | 114,5 | 265,3 | 362,0 | 362,0 | 69,0 | 46,9 | 59,2 | 56,0 | 22,0 | — | — | 474,7 | 159,5 | 114,5 | 265,3 |
| Облом—Анга | 308,2 | 421,9 | 164,6 | 14,7 | 60,3 | 56,3 | 20,2 | 15,3 | 378,3 | 327,5 | 605,6 | 438,1 | 210,2 | 308,2 | 421,9 | 164,6 | 14,7 | 60,3 | 56,3 | 20,2 | 15,3 | 378,3 | 327,5 | 605,6 | 438,1 | 210,2 |
| Открытый Байкал | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Посольск—Голоустное | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Исток—Песчаная | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Харауз—Красный Яр | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Облом—Анга | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |

Таблица 8
Распределение биомассы фитопланктона на Селенгинском мелководье и в открытом Байкале в различном удалении от восточного берега в 1958—1959 гг. (в $мг/м^3$)

| Разрезы | 1958 г. | | | | | | | | | | | | 1959 г. | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|--------|--------|--------|-------|---------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | III | V | VI | VII | VIII | IX | VI | VII | VIII | IX | XI | XII | | | | | | | |
| Селенгинское мелководье | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,5 | 592,2 | 354,8 | 73,6 | 97,7 | 97,4 | 79,4 | 32,7 | 235,8 | 1037,1 | 1240,1 | 1167,2 | 499,8 | 552,2 | 592,2 | 354,8 | 73,6 | 97,7 | 97,4 | 79,4 | 32,7 | 235,8 | 1037,1 | 1240,1 | 1167,2 | 499,8 | 552,2 |
| 3 | 326,8 | 148,6 | 67,3 | 56,8 | 112,7 | 100,6 | 36,0 | 359,8 | 1432,0 | 948,7 | 513,5 | 125,6 | 211,5 | 326,8 | 148,6 | 67,3 | 56,8 | 112,7 | 100,6 | 36,0 | 359,8 | 1432,0 | 948,7 | 513,5 | 125,6 | 211,5 |
| 8 | 254,9 | 73,9 | 47,7 | 27,1 | 118,9 | 102,0 | 37,0 | 6,2 | 519,7 | 488,0 | 71,1 | 25,9 | 45,9 | 254,9 | 73,9 | 47,7 | 27,1 | 118,9 | 102,0 | 37,0 | 6,2 | 519,7 | 488,0 | 71,1 | 25,9 | 45,9 |
| Открытый Байкал | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |

Примечание. Биомасса вычислялась в $1,5 км$ для слоя 0—5 м, в 3 км — для слоя 0—10 м, в 8 км и открытом Байкале — для слоя 0—25 м.

фитопланктона в открытом Байкале за счет тех же видов, которые в массе развивались на Селенгинском мелководье, — *Melosira islandica*, *M. baicalensis*, *M. binderana*. При этом, чем дальше от восточного берега удалены участки открытого Байкала, тем беднее фитопланктон вследствие меньшего влияния фитопланктона Селенгинского мелководья. Однако это влияние вообще невелико, и весной биомасса фитопланктона в открытом Байкале значительно ниже, чем на Селенгинском мелководье (см. табл. 6, 8 и рис. 2).

Лето (июль — август). В летний период значительная роль в создании общей биомассы фитопланктона на Селенгинском мелководье принадлежит еще холодолюбивому байкальскому комплексу: *Dinobryon cylindricum*, *Melosira islandica*, *M. baicalensis*, *M. binderana*, поэтому в июле биомасса значительно выше, чем в августе. Однако период вегетации этих водорослей уже заканчивается, так как представлены они большей частью спорами *Melosira islandica* или отдельными отмирающими клетками.

Наивысшего развития в летние месяцы как в 1958 г., так и в 1959 г. достигает на Селенгинском мелководье *Cyclotella* sp., *Stephanodiscus hantzschii*, *Nitzschia acicularis*, образуя высокую численность (максимум более 1 млн. клеток в литре). Эти водоросли вследствие небольших размеров своих клеток не дают высокой биомассы, она не превышает обычно 300 мг/м³. Указанные виды развиваются в основном в участках Селенгинского мелководья, непосредственно примыкающих к дельте р. Селенги. Против Истокского и Посольского соров, а также в открытом Байкале они представлены весьма слабо (см. табл. 3).

Из других массовых форм диатомовых водорослей планктона Селенгинского мелководья следует отметить *Synedra acus* ssp. *radians*, которая особенно обильно развивалась в августе 1959 г. — максимальная биомасса 1454,2 мг/м³. Второй массовой формой, характерной для августа 1959 г., является *Melosira distans* subsp. *alpigena*, впервые обнаруженная в планктоне озера Байкал. Наибольшая ее численность на Селенгинском мелководье в это время превышала 2 млн. клеток в литре. Значительно развития в летний период достигает *Melosira italica*, *M. granulata*.

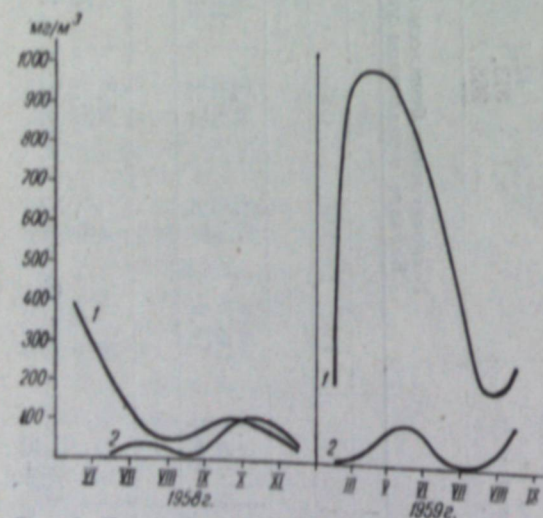


Рис. 2. Динамика биомассы фитопланктона на Селенгинском мелководье и в открытом Байкале в 1958—1959 гг.

1 — биомасса на Селенгинском мелководье; 2 — в открытом Байкале.

Второе место в летнем фитопланктоне на Селенгинском мелководье в оба года исследований принадлежит группе сине-зеленых водорослей: в 1958 г. — 30,5—62%, в 1959 г. — 63% от общей биомассы фитопланктона поверхностного слоя. Доминирующими видами этой группы являются *Anabaena lemmermannii*, *A. hassalii* и значительно уступающие им *Anabaena scheremetievi*, *A. spiroides*, *Gloeotrichia echinulata*. Летом максимальная численность сине-зеленых на Селенгинском мелководье достигала 3650 тыс. клеток в литре, а биомасса превышала 5 г/м³. Максимальная биомасса была обусловлена

развитием против Истокского сора *Gloeotrichia echinulata*. Однако роль сине-зеленых в создании общей биомассы фитопланктона невелика, так как они развиваются главным образом в поверхностном слое.

Средняя биомасса фитопланктона на Селенгинском мелководье в июле — августе 1958 г. колебалась от 62,9 до 192,4 мг/м³, в 1959 г. — от 217,1 до 583,9 мг/м³ (рис. 2). Распределение биомассы фитопланктона по отдельным участкам Селенгинского мелководья в летний период приводится в табл. 7 и 8.

По сравнению с Селенгинским мелководьем в открытом Байкале фитопланктон в летний период значительно беднее. Такие массовые формы водорослей на мелководье, как *Synedra acus* subsp. *radians*, *Melosira distans* subsp. *alpigena*, *M. granulata*, *Cyclotella* sp., *Stephanodiscus hantzschii*, *Nitzschia acicularis*, в открытом Байкале малочисленны, и общая биомасса обычно не превышает 80 мг/м³. Группа сине-зеленых водорослей в открытом Байкале, как и на мелководье, играет заметную роль только в поверхностном слое воды за счет интенсивного развития *Anabaena lemmermannii*.

Летом, как и весной, средняя биомасса фитопланктона в открытом Байкале значительно ниже, чем на Селенгинском мелководье, в оба года исследований она не превышала 41,4 мг/м³.

Осень (сентябрь — ноябрь). В осенний период менее всего сказывается различие в фитопланктоне Селенгинского мелководья и открытого Байкала. В 1958 г. основной фон фитопланктона определялся одной водорослью — *Cyclotella minuta*. Наибольшее развитие этой водоросли наблюдалось в октябре — ноябре, когда ее максимальная биомасса по исследованному району колебалась в пределах 231,4—353,0 мг/м³.

Помимо *Cyclotella minuta*, на мелководье в осенний период развивается *Asterionella formosa*, *Melosira granulata*, *Synedra*.

Осенью 1959 г. (сентябрь) доминирующим видом в фитопланктоне Селенгинского мелководья и открытого Байкала являлся *Stephanodiscus* sp. Его максимальная биомасса отмечена против Истокского сора (2169 мг/м³). Неясным остается пока вопрос о почти полном отсутствии этой водоросли на разрезе Посольск — Голоустье, чем и объясняется в это время очень низкая биомасса фитопланктона на данном разрезе (см. табл. 7). Интенсивное развитие *Stephanodiscus* sp. на мелководье сопровождается вегетацией *Asterionella formosa*, *Melosira granulata*, *M. distans* subsp. *alpigena*.

Средняя биомасса фитопланктона осенью 1958 г. на Селенгинском мелководье и в открытом Байкале колебалась от 115,8 до 112,0 мг/м³, в 1959 г. — от 115,8 до 278,6 мг/м³.

Зима (декабрь — первая половина февраля). Период покоя в жизни фитопланктона на Селенгинском мелководье Байкала очень непродолжительный. Еще в декабре в планктоне присутствует *Cyclotella minuta*, хотя период ее вегетации уже заканчивается. Кроме того, встречаются единичными экземплярами *Asterionella formosa*, *Ankistrodesmus pseudomirabilis*, *Synedra*, *Nitzschia acicularis*. В январе и первой половине февраля фитопланктон на Селенгинском мелководье и в открытом Байкале практически отсутствует.

Выводы

1. Селенгинское мелководье по видовому разнообразию фитопланктона является наиболее богатым районом Байкала. В результате двухгодичных исследований обнаружено 173 формы водорослей. Из них 93 формы являются новыми для Байкала. В прибрежных и Селен-

гинскому мелководью участках открытого Байкала обнаружено 70 форм водорослей.

2. Видовой состав фитопланктона Селенгинского мелководья складывается в основном тремя группами водорослей: протококковыми (77 форм), сине-зелеными (37 форм), диатомовыми (30 форм). На остальные группы водорослей приходится около 17%. В открытом Байкале не обнаружено ни одной формы водорослей, которая бы не развивалась на Селенгинском мелководье.

3. Характерные представители фитопланктона открытого Байкала и байкальские эндемики — *Melosira islandica*, *M. baicalensis*, *M. binderana*, *Peridinium baicalense*, *Dinobryon cylindricum* — на Селенгинском мелководье развиваются значительно интенсивнее, чем в открытом Байкале. Исключение составляет *Cyclotella minuta*, обильно развивавшаяся в осенний период в водах открытого Байкала.

4. Видовой состав и количество фитопланктона на Селенгинском мелководье пополняются планктонными водорослями дельтовых протоков р. Селенги и соров. Благодаря выносу планктона р. Селенгой и влиянию соров здесь своеобразно сочетаются формы открытого Байкала с широко распространенными озерными и речными видами. Открытый Байкал в основном отрицательно влияет на фитопланктон Селенгинского мелководья, нагоняя туда бедные планктоном воды.

5. Биомасса фитопланктона Селенгинского мелководья в оба года исследований намного выше биомассы прилежащих участков открытого Байкала. Особенно резко это различие заметно в весенне-летний период, и только во второй половине осени (октябрь — ноябрь) биомасса фитопланктона Селенгинского мелководья и открытого Байкала выравниваются.

6. В количественном развитии фитопланктона Селенгинского мелководья наблюдаются два хорошо выраженных максимума: весенний и осенний. Весенний максимум 1958 г. был вызван золотистыми и диатомовыми, в 1959 г. — диатомовыми водорослями. Осенний максимум создавался исключительно диатомовыми водорослями, но был вызван иными видами, чем в весенний период.

7. Распределение биомассы фитопланктона в различных участках Селенгинского мелководья неравномерно. Наиболее высокопродуктивными, судя по биомассе фитопланктона, являются участки, отстоящие на 1,5—3 км от восточного берега.

8. Средняя биомасса фитопланктона на Селенгинском мелководье за исследованный период в 1958 г. колебалась от 35,2 (декабрь) до 391,3 мг/м³ (июнь), в 1959 г. — от 200,6 (март) до 996,6 мг/м³ (май). В открытом Байкале средняя биомасса в 1958 г. изменялась от 15,3 (июнь) до 112,0 мг/м³ (ноябрь), в 1959 г. — от 3,2 (март) до 118,6 мг/м³ (сентябрь).

Лимнологический институт
Сибирского отделения АН СССР,
с. Лиственничное Иркутской области

Поступила в редакцию
9/V 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. М. М. Кожов, Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. Иркутск, 1958.
2. К. И. Мейер, Введение во флору водорослей озера Байкал. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. биол., нов. сер., т. XXXIX, вып. 3—4. М.—Л., 1930.
3. В. Н. Яснитский, Материалы к познанию планктона озера Байкал. Тр. Иркутск. об-ва естествоиспытателей, т. I, 1923.
4. Г. Ю. Верещагин, Байкал. Иркутск, 1947.

5. Л. Л. Россолимо, Температурный режим озера Байкал. Тр. Байкальск. лимнолог. ст. ВСФАН СССР, т. XVI, 1957.
6. К. К. Вотницев, О распространении вод р. Селенги в оз. Байкал в летне-осенний период. Докл. АН СССР, т. 131, № 3, 1960.
7. А. П. Скабичевский, Фитопланктон Селенгинского района Байкала. Тр. Байкальск. лимнолог. ст. АН СССР, т. XIV, 1954.
8. В. Н. Яснитский, А. П. Скабичевский, Фитопланктон Байкала. Тр. Байкальск. лимнолог. ст. ВСФАН СССР, т. XV, 1957.
9. К. И. Мейер, О фитопланктоне озера Байкал. Русский гидробиологич. журн., т. VI, № 6—7, 1927.
10. О. М. Кожова, Горизонтальное распределение планктонных водорослей в озере Байкал. Изв. вост. фил. АН СССР, № 4—5, 1957.
11. О. М. Кожова, Фитопланктон Байкала в районе залива Лиственничного и его влияние на формирование планктонной флоры Иркутского водохранилища. Изв. СО АН СССР, № 12, 1960.
12. Н. В. Морозова-Водяницкая, Фитопланктон Черного моря. Тр. Севастопольской ст., т. VIII, 1954.
13. I. A. Kisselew, W. N. Zwetkow, Zur Morphologie und Ökologie von *Peridinium baicalense*, Behefte zum Bot. Centralb., 53, 1935.
14. Н. Л. Антипова, М. М. Кожов, Материалы по сезонным и годовым колебаниям численности руководящих форм фитопланктона озера Байкал. Тр. Иркутск. гос. ун-та, вып. 1—2, 1953.
15. О. М. Кожова, Фитопланктон Малого моря. Тр. Байкальск. лимнолог. ст. ВСФСО АН СССР, т. XVII, 1959.
16. М. М. Кожов, Новые данные о жизни толщи вод озера Байкал. Зоол. журнал, т. 34, вып. 1, 1955.
17. М. М. Кожов, Горизонтальное распределение планктона и планктоноядных рыб в Байкале. Тр. Байкальск. лимнолог. ст. ВСФАН СССР, т. XV, 1957.
18. В. Н. Яснитский, Результаты наблюдений над планктоном Байкала в районе Биологической станции за 1926—28 гг. Изв. Биол.-геогр. ин-та при Иркутск. гос. ун-те, т. IV, вып. 3—4, 1930.

Приложение

Список водорослей, их распределение и периодичность развития на Селенгинском мелководье в 1958—1959 гг.

| Организмы | Разрезы | | | | | | 1958 г. | | | | | | 1959 г. | | | | | | |
|---|---------------------|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|------------|---------|--------|--------|----------|---------|--------|---------|------|-----|------|------|--------|----------|
| | Посольск-Голоустное | Истоки-Песчаная | Харауз-Красный Яр | против Средней | против Северной | Облом-Алга | ноябрь | ноябрь | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | март | май | июнь | июль | август | сентябрь |
| Суанопыта | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +1. <i>Dactylococcopsis elenkii</i> Roll. | - | - | - | - | + | - | | | | | | | | | | | | | |
| +2. <i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| +3. <i>M. punctata</i> Meyen. | - | - | + | - | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 4. <i>M. glauca</i> (Ehr.) Näg. | - | - | - | + | - | + | | | | | | | | | | | | | |
| 5. <i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz. emend. Elenk. | - | + | + | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| 6. <i>M. aeruginosa</i> f. <i>flos-aquae</i> (Witt.) Elenk. | - | - | + | + | - | + | | | | | | | | | | | | | |
| 7. <i>M. pulvereae</i> (Wood.) Forti emend Elenk. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 8. <i>M. pulvereae</i> f. <i>incerta</i> (Lemm.) Elenk. | - | - | + | + | + | - | | | | | | | | | | | | | |
| +9. <i>M. pulvereae</i> f. <i>delicatissima</i> (W. et G. S. West) Elenk. | - | - | - | + | + | - | | | | | | | | | | | | | |
| +10. <i>M. pulvereae</i> f. <i>holsatica</i> (Lemm.) Elenk. | - | - | - | + | + | - | | | | | | | | | | | | | |
| +11. <i>M. pulvereae</i> f. <i>minor</i> (Lemm.) Hollerb. | - | - | - | + | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| +12. <i>Aphanothece stagnina</i> (Spreng.) B.-Peters. | - | - | - | + | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| +13. <i>A. clathrata</i> W. et G. S. West. | - | - | - | - | + | - | | | | | | | | | | | | | |
| 14. <i>Gloeocapsa turgida</i> (Kütz.) Hollerb. emend. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| +15. <i>G. minuta</i> (Kütz.) Hollerb. ampl. | - | - | + | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| 16. <i>G. limnetica</i> (Lemm.) Hollerb. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| +17. <i>G. minor</i> (Kütz.) Hollerb. ampl. | - | + | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| +18. <i>G. minima</i> (Keissl.) Hollerb. ampl. | - | - | - | + | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| 19. <i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Näg. | - | + | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| 20. <i>Anabaena spiroides</i> Kleb. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 21. <i>A. spiroides</i> f. <i>meyeriana</i> (Meyer) Elenk. | - | - | - | + | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| 22. <i>A. spiroides</i> f. <i>crassa</i> (Lemm.) Elenk. | - | - | - | + | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| 23. <i>A. scheremetievi</i> Elenk. | - | - | - | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 24. <i>A. scheremetievi</i> f. <i>rotundospora</i> Elenk. | - | - | - | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| +25. <i>A. verrucosa</i> f. <i>major</i> Kossinsk. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| +26. <i>A. augstumalis</i> Schmidle. | - | + | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| 27. <i>A. flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb. | + | + | + | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение

| Организмы | Разрезы | | | | | | 1958 г. | | | | | | 1959 г. | | | | | | |
|---|---------------------|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|------------|---------|--------|--------|----------|---------|--------|---------|------|-----|------|------|--------|----------|
| | Посольск-Голоустное | Истоки-Песчаная | Харауз-Красный Яр | против Средней | против Северной | Облом-Алга | ноябрь | ноябрь | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | март | май | июнь | июль | август | сентябрь |
| +28. <i>A. flos-aquae</i> f. <i>aptekariana</i> Elenk. | - | + | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| +29. <i>A. hassalii</i> (Kütz.) Witt. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 30. <i>A. lemmermannii</i> P. Richt. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 31. <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs. | - | - | - | - | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| +32. <i>A. flos-aquae</i> f. <i>klebahnii</i> Elenk. | - | + | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| 33. <i>Gloeotrichia echinulata</i> (J. S. Smith) P. Richt. | + | + | + | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| +34. <i>Oscillatoria planctonica</i> Wolosz. | - | - | - | - | + | - | | | | | | | | | | | | | |
| +35. <i>O. limnetica</i> Lemm. | - | - | - | + | - | + | | | | | | | | | | | | | |
| 36. <i>O. lacustris</i> (Kleb.) Geitl. | - | - | - | + | - | + | | | | | | | | | | | | | |
| +37. <i>Lyngbya limnetica</i> Lemm. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| Chrysophyta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +38. <i>Dinobryon elegans</i> Korsch. | - | - | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | |
| 39. <i>D. cylindricum</i> Imh. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 40. <i>D. sociale</i> Ehr. | - | - | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 41. <i>D. sociale</i> var. <i>stipitatum</i> (Stein) Lemm. | - | - | - | - | + | - | | | | | | | | | | | | | |
| +42. <i>D. bavaricum</i> var. <i>medium</i> (Lemm.) Krieg. | - | - | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | |
| 43. <i>D. divergens</i> Imh. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 44. <i>Epichrysis melosirue</i> K. Meyer. | - | + | - | - | + | - | | | | | | | | | | | | | |
| Bacillariophyta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45. <i>Melosira varians</i> Ag. | - | + | + | + | + | - | | | | | | | | | | | | | |
| 46. <i>M. binderana</i> (Kütz.) | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 47. <i>M. islandica</i> O. Müll. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 48. <i>M. baicalensis</i> (K. Meyer) Wisl. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| +49. <i>M. distans</i> subsp. <i>alpigena</i> (Grun.) Skabitsch. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 50. <i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 51. <i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O. Müll.) Hust. | - | - | - | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 52. <i>M. italica</i> (Ehr.) Kütz. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| +53. <i>Cyclotella</i> sp. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 54. <i>C. kuetzingiana</i> Thw. | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| 55. <i>C. meneghiniana</i> Kütz. | - | - | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | |
| 56. <i>C. baicalensis</i> Skv. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 57. <i>C. minuta</i> (Skv.) Antipova. | + | + | - | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| +58. <i>Stephanodiscus</i> sp. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| 59. <i>St. astraea</i> var. <i>mirutulus</i> (Kütz.) Grun. | - | - | + | - | - | - | | | | | | | | | | | | | |
| 60. <i>St. hantzschii</i> Grun. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение

| Организмы | Разрезы | | | | | 1958 г. | | | | | 1959 г. | | | | | | | | | |
|---|---------------------|----------------|-------------------|----------------|-----------------|------------|------|------|--------|----------|---------|--------|---------|------|-----|------|------|--------|----------|--|
| | Посольск-Голоустное | Исток-Песчаная | Харуза-Красный Яр | против Средней | против Северной | Облом-Алга | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | март | май | июнь | июль | август | сентябрь | |
| +61. <i>St. tenuis</i> subsp. <i>adiolaria</i> Skabitsch. | - | - | + | - | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 62. <i>Attheya zachariasii</i> Brun. | - | - | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 63. <i>Tabellaria fenestrata</i> var. <i>intermedia</i> Grun. | - | - | - | - | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +64. <i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag. | - | - | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 65. <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 66. <i>F. capucina</i> Desm. | - | + | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| 67. <i>Synedra actinastroides</i> Lemm. | + | - | - | + | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 68. <i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehr. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 69. <i>S. ulna</i> subsp. <i>danica</i> (Kütz.) Skabitsch. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 70. <i>S. acus</i> subsp. <i>radians</i> (Kütz.) Skabitsch. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 71. <i>Asterionella formosa</i> Hass. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +72. <i>A. formosa</i> var. <i>acaroides</i> Lemm. | - | + | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| 73. <i>A. gracillima</i> (Hantzsch.) Heib. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 74. <i>Nitzschia acicularis</i> W. Sm. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| Pyrrophyta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75. <i>Gimnodinium baicalense</i> Antipova. | - | - | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 76. <i>Peridinium</i> sp. | - | - | + | - | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 77. <i>P. baicalense</i> Kiss. et. Zwetk. | + | + | + | + | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 78. <i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. M.) Bergh. | - | + | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| Euglenophyta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +79. <i>Euglena</i> sp. | - | + | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| +80. <i>Phacus</i> sp. | - | - | - | + | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| Chlorophyta, Uolvocineae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +81. <i>Chlamidomonas</i> sp. | - | - | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 82. <i>Gonium pectorale</i> Müll. | - | - | - | - | + | - | | | | | | | | | | | | | | |
| 83. <i>Pandorina morum</i> (Müll.) Bory. | - | - | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 84. <i>Eudorina elegans</i> Ehr. | - | - | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| Chlorophyta, Ulotrichineae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 85. <i>Binuclearia tatrana</i> Witter. | - | - | + | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| Chlorophyta, Protococcineae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +86. <i>Golenkinia radiata</i> Chc d. | - | - | - | + | + | - | | | | | | | | | | | | | | |
| +87. <i>Schroederia setigera</i> (Schroed.) Lemm. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение

| Организмы | Разрезы | | | | | 1958 г. | | | | | 1959 г. | | | | | | | | | |
|--|---------------------|----------------|-------------------|----------------|-----------------|------------|------|------|--------|----------|---------|--------|---------|------|-----|------|------|--------|----------|--|
| | Посольск-Голоустное | Исток-Песчаная | Харуза-Красный Яр | против Средней | против Северной | Облом-Алга | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | март | май | июнь | июль | август | сентябрь | |
| +88. <i>Sch. robusta</i> Korschik. | - | - | - | + | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 89. <i>Pediastrum kawraiskyi</i> Schmidle. | + | + | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 90. <i>P. tetras</i> (Ehrb.) Ralfs. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 91. <i>P. boryanum</i> (Turp.) Menegh. | + | + | + | + | + | - | | | | | | | | | | | | | | |
| 92. <i>P. duplex</i> Meyen. | - | - | + | + | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| +93. <i>Tetraëdron triangulare</i> Korschik. | - | - | - | + | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| 94. <i>T. minimum</i> (A. Br.) Hansg. | - | - | - | + | + | - | | | | | | | | | | | | | | |
| +95. <i>T. incus</i> (Teiling) G. M. Smith. | - | - | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +96. <i>Chodatellopsis elliptica</i> Korschik. | - | - | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +97. <i>Lagerheimia</i> sp. | - | - | + | + | + | - | | | | | | | | | | | | | | |
| +98. <i>L. chodatii</i> Bern. | - | - | + | + | + | - | | | | | | | | | | | | | | |
| +99. <i>L. wratislaviensis</i> Schroed. | - | - | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +100. <i>L. genevensis</i> Chod. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +101. <i>L. quadriseta</i> (Lemm.) G. M. Smith. | - | + | - | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +102. <i>L. longiseta</i> (Lemm.) Printz. | - | - | - | + | + | - | | | | | | | | | | | | | | |
| +103. <i>Golenkiniopsis solitaria</i> Korschik. | - | + | - | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +104. <i>Oocystis borgei</i> Snow. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +105. <i>O. submarina</i> Lagerh. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +106. <i>O. pelagica</i> Lemm. | - | - | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +107. <i>Ankistrodesmus</i> sp. | - | - | + | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| +108. <i>A. longissimus</i> (Lemm.) Wille. | - | - | + | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| +109. <i>A. longissimus</i> var. <i>acicularis</i> (Chod.) Brunth. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +110. <i>A. braunii</i> Brunth. | + | - | - | + | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +111. <i>A. acicularis</i> (A. Br.) Korschik. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +112. <i>A. subcapitatus</i> Korschik. | - | - | - | + | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| +113. <i>A. minutissimus</i> Korschik. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +114. <i>A. arcuatus</i> Korschik. | - | - | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +115. <i>A. pseudomirabilis</i> Korschik. | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +116. <i>A. fusiformis</i> Corda. | - | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +117. <i>Kirchneriella obesa</i> (West) Schmidle. | - | - | - | - | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 118. <i>K. lunaris</i> (Kirchn.) Moeb. | - | + | - | + | - | + | | | | | | | | | | | | | | |
| +119. <i>K. intermedia</i> var. <i>major</i> Korschik. | - | + | + | + | + | - | | | | | | | | | | | | | | |
| +120. <i>K. contorta</i> (Schmidle) Bohl. | - | - | - | - | + | - | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение

| Организмы | Разрезы | | | | | 1958 г. | | | | | 1959 г. | | | | | | | | |
|--|---------------------|----------------|-------------------|----------------|-----------------|------------|------|------|--------|----------|---------|--------|---------|------|-----|------|--------|--------|----------|
| | Посольск-Голоустное | Исток-Песчаная | Харууз-Красный Яр | против Средней | против Северной | Облом-Алга | июль | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | март | май | июль | ноябрь | август | сентябрь |
| +121. <i>K. irregularis</i> (Smith) Korschik. | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +122. <i>Sphaerocystis</i> sp. | + | - | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 123. <i>S. schroeteri</i> Chod. | - | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +124. <i>S. polycoeca</i> Korschik. | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 125. <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood. | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +126. <i>D. pulchellum</i> var. <i>ovatum</i> Korschik. | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 127. <i>D. ehrenbergianum</i> Nag. | - | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 128. <i>Botryococcus braunii</i> Kütz. | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +129. <i>Crucigenia</i> sp. | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +130. <i>C. fenestrata</i> Schmidle. | - | - | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +131. <i>C. quadrata</i> Morren. | - | - | + | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 132. <i>C. rectangularis</i> (A. Br.) Gay. | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +133. <i>C. irregularis</i> Wille. | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +134. <i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schroed.) Lemm. | - | + | + | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +135. <i>T. elegans</i> Playfair. | - | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +136. <i>T. hastiferum</i> (Arnoldi) Korschik. | - | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +137. <i>T. glabrum</i> (Roll) Ahlstr. et Tiff. | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 138. <i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh. | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +139. <i>A. hantzschii</i> var. <i>gracile</i> Roll. | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 140. <i>Scenedesmus</i> sp. | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 141. <i>S. obliquus</i> (Turp.) Kütz. | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +142. <i>S. obliquus</i> var. <i>alternans</i> Christyuk. | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 143. <i>S. acuminatus</i> (Lagerh.) Chod. | - | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +144. <i>S. acuminatus</i> var. <i>biseriatus</i> Reinh. | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +145. <i>S. acuminatus</i> var. <i>elongatus</i> Smith. | - | - | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 146. <i>S. bijugatus</i> (Turp.) Kütz. | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +147. <i>S. bijugatus</i> var. <i>alternans</i> (Reinsch) Hansg. | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +148. <i>S. arcuatus</i> Lemm. | - | - | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 149. <i>S. hystrix</i> Lagerh. | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +150. <i>S. serratus</i> (Corda) Bohl. | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +151. <i>S. acutiformis</i> Schroed. | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 152. <i>S. quadricauda</i> (Turp.) Bréb. | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +153. <i>S. quadricauda</i> var. <i>ewalterians</i> Proschk. | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +154. <i>S. quadricauda</i> var. <i>dentatus</i> Deduss. | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Окончание

| Организмы | Разрезы | | | | | 1958 г. | | | | | 1959 г. | | | | | | | | |
|---|---------------------|----------------|-------------------|----------------|-----------------|------------|------|------|--------|----------|---------|--------|---------|------|-----|------|--------|--------|----------|
| | Посольск-Голоустное | Исток-Песчаная | Харууз-Красный Яр | против Средней | против Северной | Облом-Алга | июль | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | март | май | июль | ноябрь | август | сентябрь |
| +155. <i>S. quadricauda</i> var. <i>pillatus</i> Swir. | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +156. <i>S. quadricauda</i> var. <i>africanus</i> Fritsch. | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +157. <i>S. quadricauda</i> var. <i>abundans</i> Kirchn. | - | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 158. <i>S. quadricauda</i> var. <i>armatus</i> (Chod.) Deduss. | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +159. <i>Micractinium bornheimense</i> (Conrod) Korschik. | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +160. <i>M. pusillum</i> Fres. | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +161. <i>Elakatothrix lacustris</i> Korschik. | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 162. <i>E. gelatinosa</i> Wille. | - | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Chlorophyta, Desmidiaceae | - | - | + | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 163. <i>Closterium</i> sp. | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +164. <i>C. navicula</i> (Breb.) Lütkem. | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +165. <i>C. acutum</i> (Lyngb.) Breb. | - | - | - | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +166. <i>C. acutum</i> var. <i>linea</i> (Perty) W. et G. West. | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 167. <i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehrenb. | - | - | + | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +168. <i>C. kuetzingii</i> Breb. | - | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +169. <i>C. venus</i> Kütz. | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| +170. <i>C. diana</i> Ehrenb. | - | - | + | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 171. <i>Cosmarium</i> sp. | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 172. <i>Staurastrum</i> sp. | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 173. <i>Xantidium</i> sp. | - | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Примечание. Плюсом перед порядковым номером обозначены виды, впервые обнаруженные в Байкале.

А. Н. МОСОЛОВ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КЛЕТОК КУЛЬТУРЫ ТКАНИ С ВИРУСАМИ, ВЫДЕЛЕННЫМИ ОТ БОЛЬНЫХ РЕВМАТИЗМОМ

Сообщение 1

Длительное прижизненное наблюдение с помощью фазово-контрастного микроскопа

Проблема взаимодействия вирусов с восприимчивой к ним клеткой имеет как общебиологическое, так и большое практическое значение. Изучение процессов, происходящих внутри инфицированной вирусом клетки, дает возможность разрешить ряд теоретических вопросов, от которых зависит успех борьбы с вирусными заболеваниями.

За последние годы накопились факты, показывающие, что вирус, проникший в клетку, не размножается в ней простым бинарным делением, он не только использует запас клеточных питательных веществ, а вторгается в генетический аппарат клетки. Наследственные структуры клетки получают новую информацию, ее процессы обмена изменяются настолько, что клетка начинает производить вирус, утрачивая функцию деления. Все эти факты заслуживают самого пристального внимания. Несомненно, они прольют свет не только на природу размножения вирусов, но позволят подойти к выяснению природы злокачественного роста и решить многие важные проблемы генетики.

В вирусологической практике широко применяются методы, позволяющие регистрировать размножение вирусов по изменениям, которые происходят в пораженных клетках. Подобного рода работы имеют большое практическое значение, так как различные группы вирусов производят характерные, свойственные только им изменения в клетках.

С. Я. Залкинд и др. [1], изучая различные вирусы, показали, что морфологические изменения клеток в культуре ткани зависят от ряда моментов и прежде всего от вида вируса. Авторы пришли к выводу, что разные вирусы имеют определенное место приложения и характер повреждающего действия в клетках. Л. В. Колесников [2] при изучении кишечных вирусов приходит к аналогичному выводу. В. М. Жданов и др. [3, 4] нашли, что по характеру цитопатогенного действия на культуру почек обезьяны можно отличать парагриппозные вирусы от гриппозных. Г. Барский [5], исследовав характер клеточного поражения, вызываемого вирусами АРС в культуре ткани, рекомендует использовать данные морфологических изменений в клетках для классификации вирусов.

Основным этиологическим фактором при ревматизме большинство ученых считает гемолитический стрептококк группы А. Однако невозможно объяснить всю сложную картину патогенеза ревматизма одним этим микробом [6, 7].

Проводя вирусологическое обследование больных ревматизмом, сотрудники кафедры микробиологии Новосибирского медицинского института впервые выделили ряд штаммов нового, неизвестного вируса (7).

В настоящее время совместно с Институтом вирусологии АМН СССР определяются биологические свойства этих вирусов и изучается их роль в этиологии ревматизма.

В повседневной вирусологической практике размножение вирусов в культуре ткани определяется по цитопатогенному действию, которое наблюдают в обычный микроскоп при малом увеличении. Такой метод, естественно, не дает возможности детально изучить все фазы сложного процесса взаимодействия вируса с клеткой. Применение гистологических методов позволяет проследить тонкие изменения зараженной ткани, но при этом не всегда можно точно определить последовательность изменений в клетке. Кроме того, гистологическая обработка тканевых культур приводит к вымыванию из препарата измененных клеток, которые слабо держатся на стекле. Исходя из этих соображений, мы начали свои исследования с применения фазово-контрастного микроскопа, позволяющего вести непрерывное наблюдение живых биологических объектов.

Материалы и методы

Культура ткани. Для культивирования вирусов применяли кожно-мышечную эмбриональную ткань человека, предварительно выращенную на матрасе, для получения чистой однородной культуры фибробластов. Взвесь трипсинизированной ткани, содержащую 150 тыс. клеток в 1 мл питательной среды, разливали по пробиркам в количестве 2 мл. В каждую пробирку предварительно вводили небольшое предметное стекло размером 8×25 мм и толщиной 1 мм.

Взвесь клеток оседала на этом стекле, и через 3—4 суток культура покрывала его почти сплошным слоем. До заражения культура ткани выращивалась со средой Барского № 27. Зараженная ткань инкубировалась со средой № 41, не содержащей человеческой сыворотки.

Штаммы вируса. В наших опытах мы исследовали 16 штаммов вирусов, выделенных в разное время и из различных материалов, в том числе: из крови — 8, из смывов зева — 3, из ткани сердца — 2, из кала — 1, из селезенки — 1, из почки — 1.

Заражение проводили по обычной методике: в культуру ткани вносилось 0,2 мл тканевой жидкости, содержащей 100 ТЦПД/50 вируса.

После контакта с вирусом пластинка с тканью помещалась в специальную камеру, представляющую собой кольцо, ограниченное с двух сторон тонкими покровными стеклами размером 40×50 мм. Для кольца использовали проволоку нержавеющей стали диаметром 1,2 мм. Стекла соединялись с кольцом стерильным парафином. Через отверстие в стыке кольца камера заполнялась с помощью шприца питательной средой (рис. 1). Отверстие закрывали стерильным парафином. При толщине пластинки с тканью в 1 мм между верхним покровным стеклом и тканью получалась щель размером 0,1—0,2 мм, этого было достаточно для проникновения питательной среды из камеры к слою клеток и позволяло работать с сильными объективами.

Общая толщина камеры в пределах 2 мм давала возможность применять фазовый контраст. Описанная камера сочетает в себе преимущества препарата типа «раздавленная капля» с относительно большим объемом питательной среды (0,7—1,0 мл). Последнее обстоятельство имеет важное значение при длительном исследовании, так как малое количество среды быстро бы истощалось и приводило к прекращению развития клеток.

В описанной камере контрольная ткань, не зараженная вирусом, развивается в течение 4—5 дней.

Основным преимуществом данной камеры мы считаем разделение процесса исследования на два этапа. Первый этап — выращивание ткани — производится в пробирках по обычной простой методике и позволяет отобрать для заражения и исследования лучшую ткань. Выращивание ткани непосредственно в камере сопряжено с известными трудностями. Кроме того, если ткань выращена на нижнем стекле камеры, то недопустимо исследование сильными объективами. Установка камеры нижним стеклом вверх к объективу приводит к тому, что клетки в процессе деления и дегенерации отпадают от стекла на дно камеры и выходят из наблюдения.

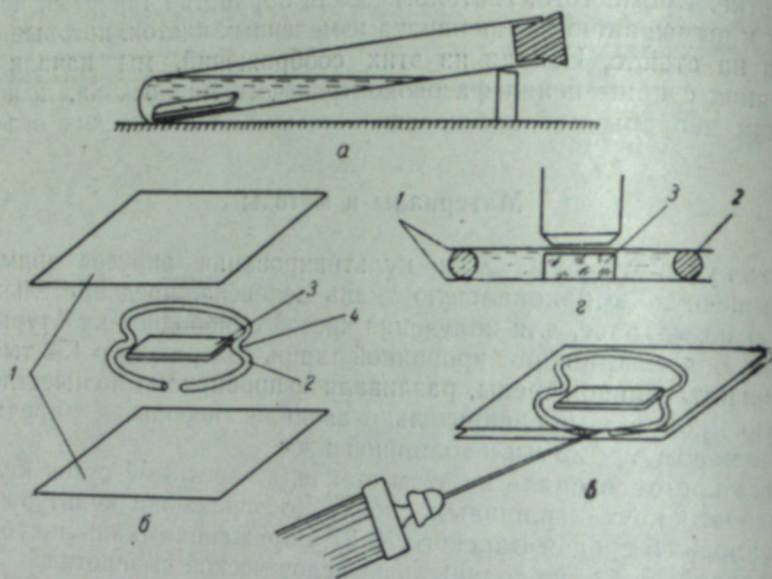


Рис. 1. Камера для исследования культуры в фазовоконтрастном микроскопе.

а) пластинка с тканью, выращенной в пробирке; б) отдельные детали камеры: 1 — покровные стекла, 2 — проволочное кольцо, 3 — стеклянная пластинка с тканью, 4 — выступы кольца для предотвращения смещения пластинки; в) готовая камера; г) камера в разрезе.

Кроме камеры из покровных стекол, использовали камеру, представляющую собой чашку Карреля, которая имела широкое отверстие в верхней стенке, закрытое резиновой мембраной. В центре мембраны укрепляли стеклянный цилиндр, имеющий дно из покровного стекла. Такая конструкция камеры сочетала в себе большой объем, нужный для нормального развития ткани, с возможностью использовать иммерсионные объективы фазовоконтрастного микроскопа, помещающиеся в стеклянный цилиндр камеры. Резиновая мембрана позволяла приближать объектив микроскопа к монослою клеток культуры, выросшему на дне камеры (рис. 2). Смену среды и заражение ткани осуществляли через боковое отверстие камеры или иглой шприца через резиновую мембрану. Эта камера лишена недостатков первой, которая значительно замедляет рост ткани из-за малого объема. Однако для исследования цитопатогенного действия вирусов в фазовоконтрастном микроскопе камера из покровных стекол имеет преимущества благодаря своей простоте. Ткань в этом случае предварительно выращивается на стеклянных пластинках, помещенных в пробирки с питательной средой.

Для микроскопии использовали фазовоконтрастное устройство КФ-1. Фотографирование производили микрофотонасадкой МФН-1 с малоформатной фотокамерой МФК-3 и микрокиноустановкой МКУ-1. Луч-

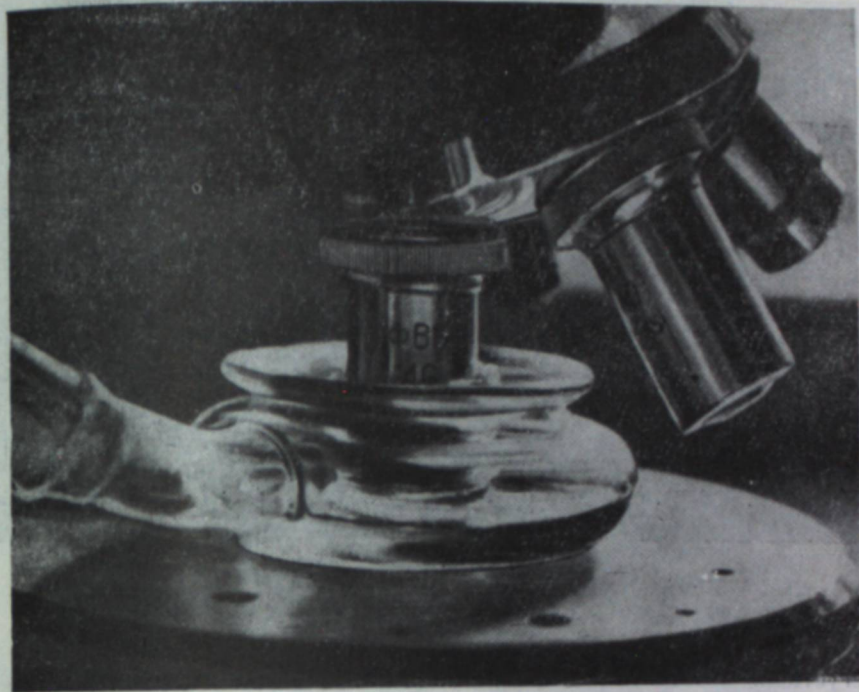


Рис. 2. Общий вид камеры с резиновой мембраной. Камера установлена на микроскопе.

шие результаты давало наблюдение с помощью объектива ФВИ-40× (фазовоконтрастная водная иммерсия).

Изменения в культуре ткани изучались путем фотографирования с интервалами в 1 ч в течение 4—5 суток. Киносъемка на МКУ-1 шла с частотой 1 кадр в минуту. Исследование велось при температуре термостата 36° С.

Результаты исследования

Контрольная ткань. Культура ткани, не зараженная вирусом, представлена фибробластами, имеющими вытянутую веретенообразную форму. Как правило, клетки имеют по 2 отростка, реже по 3 и более. Цитоплазма их заполнена темным однородным веществом. Всегда у полюсов ядра, а иногда и по всей цитоплазме расположены многочисленные пузырьки и гранулы размером 0,5—2 мк. Ядра клеток значительно светлее цитоплазмы, имеют овальную форму. В них наблюдаются более темные ядрышки в количестве 1—5 штук. В некоторых ядрах видны темные бесструктурные массы, похожие на слившиеся ядрышки. Изредка в препарате попадаются клетки, имеющие по 2 ядра и более (рис. 3).

Особое внимание следует обратить на клетки, находящиеся в различных стадиях митоза. Округленные митотирующие клетки по форме и размерам похожи на структуры, связанные с развитием вируса на ткани. При просмотре пробирок с тканью под малым увеличением их нельзя отличить от дегенеративных изменений ткани, зараженной вирусом. В фазовом контрасте хромосомы митотирующих клеток видны достаточно хорошо. Перед митозом клетка начинает разбухать, округляться. Она теряет свои отростки, которые плавают в среде в виде тем-

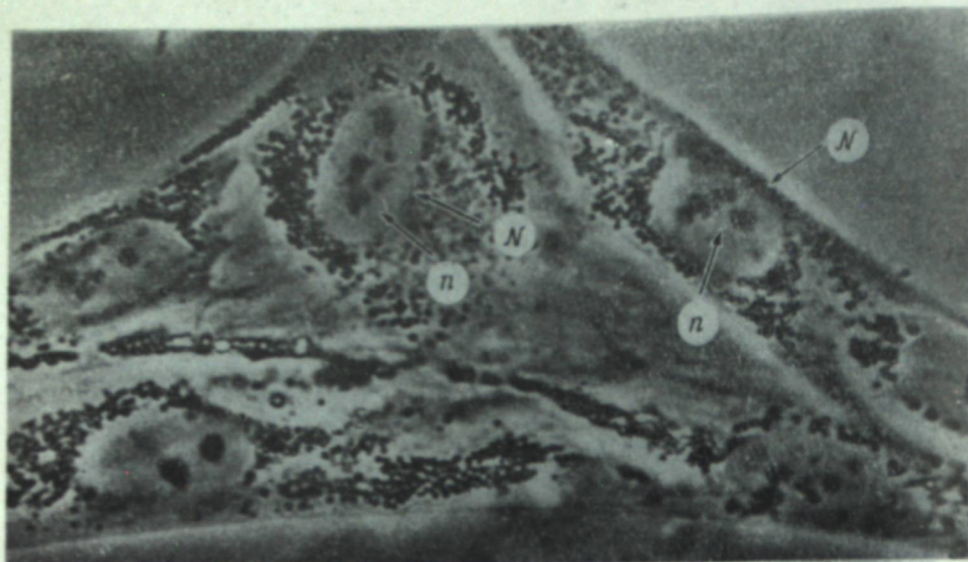


Рис. 3. 4-суточная культура эмбриональной ткани человека, не зараженная вирусом.
N — ядра клеток; n — ядрышки. Фазовый контраст, об. 40X, ок. 10X.

ных сгустков. В клетке растворяется ядро. Затем клетка приобретает овальную или шаровидную форму. От подобных образований, встречающихся в ткани, зараженной вирусом, митотирующие клетки отличаются по фигурам митоза, ясно видимым в них при изучении в фазовом контрасте. Митотирующие клетки значительно поднимаются над слоем фибробластов и держатся непрочно. Позднее по диаметру клетки появляется перетяжка, которая в завершающей фазе митоза истончается, и образуются две клетки. Через некоторое время дочерние клетки вновь приобретают отростки и веретенообразную форму.

Нужно отметить, что развивающаяся ткань в довольно больших пределах перемещается по стеклу. Это несколько затрудняет систематическое наблюдение за единичными клетками.

Ткань, зараженная вирусом. Фазовоконтрастная микроскопия показала, что все 16 исследованных нами штаммов дают одинаковые изменения в клетках культуры ткани.

Характерные изменения, связанные с развитием вируса, начинаются через 12—18 ч после заражения ткани вирусом. В цитоплазме около ядра появляется темное уплотнение, которое быстро увеличивается и иногда к 24 ч достигает размера ядра. Ядро клетки в это время тускнеет, его границы теряются. Через 26—28 ч оно становится невидимым в фазовом контрасте. Позднее исчезают и ядрышки. Цитоплазма клеток часто вакуолизируется. Включение продолжает увеличиваться и на третьи сутки имеет вид овальной бляшки, в которой появляются темные и светлые участки, скопления зернистой массы. В этот период включение очень похоже на митотирующую клетку и отличается от последней лишь своим внутриклеточным расположением и отсутствием фигур митоза. К началу четвертых суток включения превращаются в тонкостенные шарообразные прозрачные образования, имеющие скопления зернистости в виде полулуния на одном из полюсов. Такие пузырьки не фиксированы на стекле и свободно перемещаются в препарате. На 5—6 день заражения эти образования начинают разрушаться и в препарате остается лишь хаотически расположенное их содержимое (рис. 4).

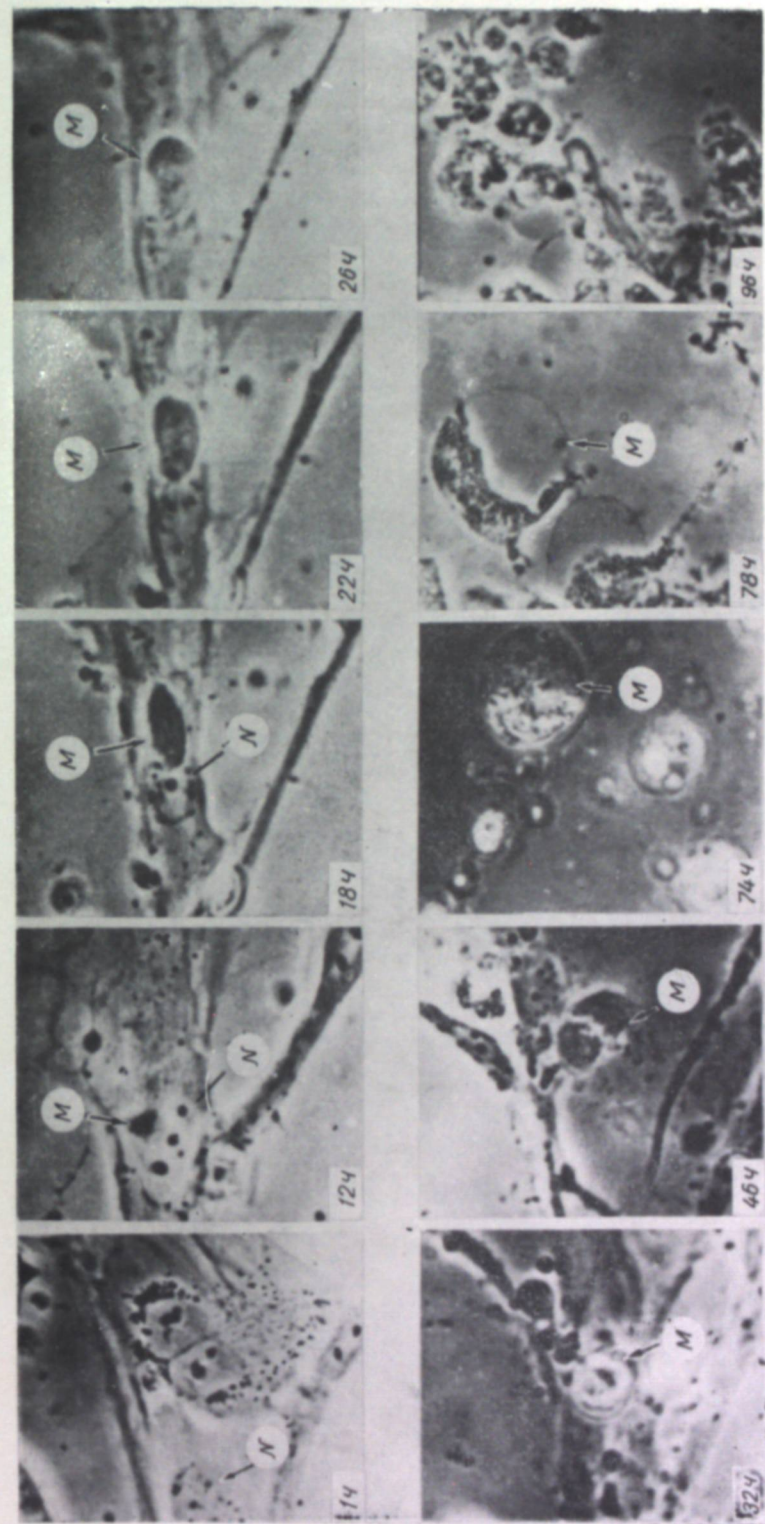


Рис. 4. Эволюция клеточных изменений при заражении вирусом, выделенным от больных ревматизмом.
На фотографиях указано время, прошедшее после заражения ткани.
M — вирусное включение; N — ядро зараженной клетки. Фазовый контраст, об. 40X, ок. 10X.

Кроме описанной картины, протекающей в определенной последовательности, наблюдаются морфологические изменения, несколько отличающиеся от обычных. Встречаются клетки, бляшки в которых не достигают большого размера. В поздние сроки наблюдаются одиночные сохранившиеся клетки. Большое количество клеток сморщивается. Цитоплазма таких клеток в виде темного ободка охватывает пикнотически измененное ядро. Эти поздние поражения связаны, по-видимому, с накоплением токсических продуктов при размножении вирусов.

Обсуждение результатов

Применение фазово-контрастного микроскопа для изучения взаимодействия клеток с вирусами, выделенными от больных ревматизмом, позволило проследить процесс развития цитопатологических изменений в динамике. Показано, что первые видимые изменения обнаруживаются через 12—18 ч после заражения ткани вирусом. Эти изменения начинаются появлением в цитоплазме около ядра темного уплотнения. В дальнейшем уплотнение увеличивается в размерах и превращается в овальное включение, достигающее иногда размеров ядра. Цитопатологические изменения заканчиваются разрушением включения и выходом из него в тканевую питательную среду зернистого содержимого (рис. 5).

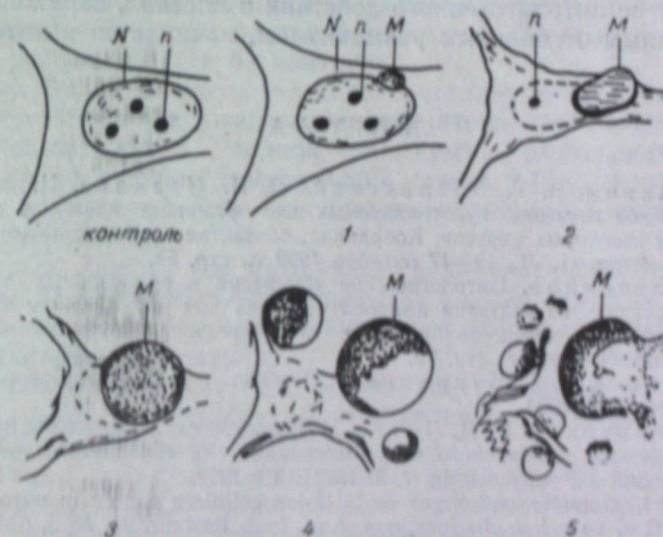


Рис. 5. Стадии развития цитопатологических изменений в культуре фибробластов, зараженных вирусом, выделенным от больных ревматизмом. Обозначения те же, что на рис. 3 и 4.

1-ая стадия — появление темного уплотнения в цитоплазме около ядра; 2-ая стадия — уплотнение превращается в овальное включение, цитоплазма сморщивается, ядро ее различно; 3-ая стадия — включение из овального превращается в шаровидное, ядро не определяется; 4-ая стадия — зернистое содержимое включения сосредоточивается на одном из его полюсов; 5-ая стадия — массовое разрушение включений и выход их зернистого содержимого в питательную среду.

Успешное выделение описанных вирусов из смывов зева может привести к мысли, что они относятся к обширной группе аденовирусов, вызывающих острые катары верхних дыхательных путей и часто населяющих носоглотку здоровых людей. Однако по характеру изменений, происходящих в инфицированных клетках, вирусы, выделенные от больных ревматизмом, не могут быть отнесены к группе аденовирусов. Мно-

гими исследователями показано, что для аденовирусов характерно поражение ядер клеток с образованием в них вакуолей и внутриядерных включений. Цитоплазма при этом остается интактной [5, 8, 9]. Вирусы, ассоциированные с ревматизмом по характеру клеточного поражения, отличаются и от энтеровирусов. Эта большая группа вирусов, включающая в себя вирусы полиомиелита, КОКСЕКИ, ЭКХО, хотя и вызывает первичные поражения в цитоплазме, но отличается от первых по характеру этих поражений и по большей интенсивности процесса дегенерации ткани [1, 2, 10]. Кроме того, кишечные вирусы хорошо размножаются на раковой ткани He La, вызывая интенсивное цитопатогенное действие.

Поражение клеток культуры He La, зараженных вирусом, выделенным от больных ревматизмом, было слабым и нерегулярным [11].

Полученные данные показывают, что по морфологическим тестам вирусы, выделенные от больных ревматизмом, обладают определенной специфичностью.

Выводы

1. При фазово-контрастной микроскопии все 16 изученных штаммов вируса, выделенных от больных ревматизмом, дают одинаковые морфологические изменения в культуре эмбриональной ткани человека.

2. Развитие цитопатогенного действия в клетках, зараженных вирусом, выделенным от больных ревматизмом, начинается в цитоплазме.

ЛИТЕРАТУРА

- С. Я. Залкинд, В. Г. Заславский, Л. П. Изакова, Цитологическое и цитохимическое изучение культивируемых вне организма клеток в норме и при воздействии некоторых вирусов. Координац. совещ. по проблеме «Узловые вопросы цитологии» (тезисы). Л., 12—17 октября 1959 г., стр. 59.
- Л. В. Колесников, Цитологические изменения в однослойных трипсинизированных культурах из эпителия амниона человека под воздействием кишечных вирусов. Координац. совещ. по проблеме «Узловые вопросы цитологии» (тезисы). Л., 12—17 октября 1959 г., стр. 72.
- В. М. Жданов, А. Г. Букринская, Письмо в редакцию, Вопросы вирусологии. № 5, стр. 625, 1959.
- А. Г. Букринская, В. Д. Лотте, Морфологическая характеристика цитопатогенного действия, вызываемого вирусом гриппа типа «О» в культуре тканей. Вопросы медицинской вирусологии, т. 5, I, стр. 79, 1958.
- G. Varski, Caractère spécifique de la lésion cellulaire causée in vitro les virus du groupe APC et sa valeur diagnostique. Ann. Inst. Pasteur, 91, № 5, 614—624, 1956.
- Г. Д. Залесский, Н. Н. Воробьева, Об этиологии ревматизма. Сб. «Ревматизм» (Тр. науч. сессии по проблеме ревматизма), М., 1959, стр. 9—25.
- Г. Д. Залесский, Н. Н. Воробьева, О. И. Пирогова, С. П. Шуриш, В. П. Казначеев, В. Е. Яворовская, А. И. Федоров, А. Н. Мосолов. О специфическом возбудителе ревматизма. Терапевтический архив, т. 30, вып. 5, стр. 3—15, 1958.
- Р. С. Дрейзэн, Аденовирусы. Итоги науки, биол. науки, вып. 4, стр. 284—314, М., 1960.
- G. S. Boyer, F. W. Denny, H. S. Ginsberg, Sequential cellular changes produced by types 5 and 7 adenoviruses in He La cells. J. Exptl. Med., 110, № 5, 827—844, 1959.
- C. V. Harding, D. Harding, W. F. Mc Limans, G. Rake, Cytological changes accompanying the growth of poliomyelitis virus in cells of human origin (strain He La). Virology, 2, № 1, 109—125, 1956.
- В. Е. Яворовская, А. Н. Мосолов, А. М. Баландина, Культуральные и некоторые антигенные свойства штаммов вируса, выделенных от больных ревматизмом. Вопросы вирусологии, № 6, 695—701, 1960.

И. Н. РЫНК

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АММИАКА В ПОЧВЕ И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА РОСТ РАСТЕНИЙ

В последние годы на больших посевных площадях колхозов и совхозов применяется аммиачная вода как жидкое азотное удобрение, эффективность которого в повышении урожая культурных растений во многом зависит от способов его внесения.

В 1958 г. на полях колхозов Аларского района Иркутской области нами изучались вопросы взаимодействия аммиачной воды с почвой, распределения и передвижения аммиака в почве в горизонтальном и вертикальном направлении. С этой целью были заложены два полевых опыта. Один с посевом пшеницы по схеме: а) аммиачная вода, б) контроль; второй без посева растений по схеме: а) аммиачная вода, внесенная в разных дозах и б) контроль.

Опыты были заложены на серой реградированной тяжелосуглинистой почве. Основные химические показатели этой почвы следующие: рН солевой вытяжки 5,5, водной — 6,0, сумма поглощенных оснований 36 м-экв на 10 г почвы, гумуса 2,86%, азота 0,19%, подвижного фосфора (по Кирсанову) 5 мг, подвижного калия (по Кирсанову) 10,3 мг на 100 г почвы.

В первом опыте, где аммиачная вода вносилась под пшеницу в количестве 50 кг действующего вещества на 1 га, мы определяли поглощенный аммоний и нитраты в почвенных образцах, взятых с рядков, между рядками и на контроле.

Вносилась аммиачная вода в почву на глубину 10—12 см при помощи специальных приспособлений, поставленных на культиваторе марки КУТС-4,2 с междурядьями в 70 см.

Динамика аммиачного и нитратного азота в почве графически выражена на рис. 1 и 2. Как видно из этих рисунков, количество NH_4 и NO_2 в рядках, где вносилась аммиачная вода, было выше, чем в контроле, а в междурядьях на расстоянии 15—20 см в стороны от линии внесения аммиачной воды приближалось к количеству в контроле.

Урожай пшеницы, снятой с каждого гектара на рядках, удобренных аммиачной водой, оказался на 5,5 ц выше, чем урожай на контроле (табл. 1, рис. 3).

Опыт второй, где исследовалось распространение аммиака в почве без посева растений*, был заложен на 4 делянках, каждая из которых была длиной 10 м, шириной 1,5 м. Располагались делянки на расстоянии 2 м друг от друга и все, за исключением одной (контрольной), удобрялись.

В качестве удобрения применялась аммиачная вода концентрации

* Участки опытного поля после удаления с них всех растений были вскопаны на глубину до 25 см и тщательно заборонированы. На протяжении всего опытного периода они поддерживались в чистом виде.

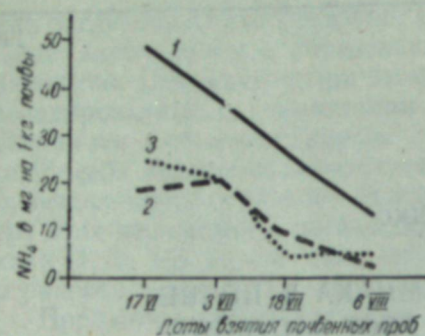


Рис. 1. Динамика аммиачного азота в почве (аммиачная вода вносилась 12/V).

1 — по рядку с аммиачной водой; 2 — между рядками (от линии внесения 15 см).
3 — контроль.

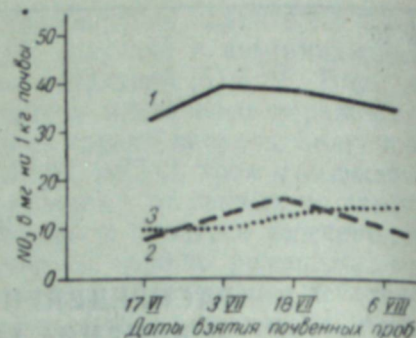


Рис. 2. Динамика нитратного азота в почве (аммиачная вода вносилась 12/V).

Обозначения те же, что и на рис. 1.

Таблица 1

Урожай пшеницы на опытном поле, удобренном аммиачной водой

| Пункт, почва | Урожай | Структура урожая пшеницы | | | | | Урожай | | | | |
|---|---|----------------------------------|-------------------|--|---------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------|----------------|--------------|
| | | вес зерна с 1 м ² , г | вес 1000 зерен, г | число всех стеблей число продуктивных на 1 м ² | высота растений, см | длина колоса, см | число зерен в 100 растениях | число зерен в 1 колосе | количество колосков в колосе | в % к контролю | в % контролю |
| Колхоз имени Дзержинского Аларского района | Взятый с рядка, удобренного аммиачной водой | 185,1 | 29,1 | 486/461 | 70 | 5,4 | 2438 | 24,3 | 9 | 18,6 | 142 |
| Почва серая, реградированная, тяжелосуглинистая | Контроль (без удобрения аммиачной водой) | 131,4 | 27,6 | 429/394 | 64 | 4,3 | 1630 | 16,3 | 6 | 13,1 | 100 |

23,0% (уд. вес 0,915), которая вносилась на глубину 10 см с расстоянием между рядками в 35,0 см. Две делянки удобрялись из расчета 90 кг азота на 1 га, причем одна из них сразу же после внесения в нее аммиака поливалась водой (по 80 л на 10 м²), 3-я делянка была залита аммиачной водой из расчета 360 кг азота на 1 га, 4-я являлась контрольной.

Пробы почвы отбирались по залитому рядку с глубины 0—10, 10—20 и 20—30 см и в сторону от рядка, на расстояниях 5,10 и 17,5 см от центра внесения, через 1, 3, 6, 18, 34 и 48 суток после удобрения почвы аммиаком.

В отобранных пробах определялось содержание NH₄ и NO₃. Количество аммиачного азота в почве устанавливалось методом отгонки и методом извлечения раствором поваренной соли. Нитратный азот в почве определялся колOMETрическим методом с дисульфобензольной кислотой. Расчеты производились на 1 кг сухой почвы. Результаты второго опыта приведены в табл. 2 и 3.

Из табл. 2 видно, что аммиак распространяется на 10 см вверх, вниз и на 10 см в стороны от центра внесения. Ниже 20 см и в стороны более 10 см он не распространяется.

Более высокое содержание NH₄ в почве имелось в первые дни на делянках, удобренных аммиаком, а также на делянке, где на 1 га вно-



Рис. 3. Сноп пшеницы, снятый с контроля, где не вносилась аммиачная вода (слева); сноп пшеницы, снятый с делянки, где вносилась аммиачная вода (справа).

силось 360 кг азота. Довольно высокое содержание NH₄ оставалось на удобренных делянках в течение 48 суток.

Из табл. 3 следует, что содержание в почве нитратов в течение первых 6 суток после внесения в нее аммиака мало изменяется на удобренных делянках по отношению к контролю, а затем увеличивается; наиболее высокий процент бывает в местах повышенного содержания аммиака, то есть на расстоянии до 10 см вверх, вниз и в стороны от линии внесения аммиачной воды. В дальнейшем происходит интенсивная

Таблица 2

Содержание NH_4 в пробах почвы, отобранных в подкисленную воду
(аналитики Т. В. Кашеева, С. А. Стражевич)

| № делянок | Внесено аммиачной воды в кг азота на 1 га | Пробы почвы, взятые от центра внесения удобрения | | Время отбора проб в сутках после внесения удобрения | | | | | |
|-----------|---|--|----------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | на глубине (см) | в сторону (см) | 1 | 3 | 6 | 18 | 32 | 48 |
| | | | | Средние показатели из 4-х определений, мг/кг сухой почвы | | | | | |
| 1 | 90 | вниз, вверх до 10 | на 10 | 150,0 | 232,0 | 249,5 | 275,1 | 252,1 | 222,4 |
| | | от 10 до 20 | свыше 10 | 130,5 | 154,8 | 154,6 | 115,2 | 131,2 | 126,9 |
| 2* | 90 | вниз, вверх до 10 | на 10 | 195,5 | 224,3 | 301,4 | 245,0 | 215,0 | 226,0 |
| | | от 10 до 20 | свыше 10 | 116,0 | 127,0 | 131,0 | 112,0 | 114,1 | 125,0 |
| 3 | 360 | вниз, вверх до 10 | на 10 | 219,8 | 333,0 | 397,0 | 369,0 | 337,8 | 234,6 |
| | | от 10 до 20 | свыше 10 | 126,8 | 156,0 | 157,0 | 130,8 | 130,6 | 116,0 |
| 4 | контроль (без удобрения) | 0—10 | — | 133,4 | 154,0 | 169,0 | 146,0 | 133,1 | 129,0 |
| | | 20—30 | — | 94,8 | 115,4 | 122,5 | 86,9 | 106,8 | 91,3 |

* Делянка полита водой.

Таблица 3

Содержание NO_3 в пробах почвы (аналитики Т. В. Кашеева, С. А. Стражевич)

| № делянок | Внесено аммиачной воды в кг азота на 1 га | Пробы почвы, взятые от центра внесения удобрения | | Время отбора проб в сутках после внесения удобрения | | | | | |
|-----------|---|--|----------------|--|------|------|------|-------|-------|
| | | на глубине (см) | в сторону (см) | 1 | 3 | 6 | 18 | 32 | 48 |
| | | | | Средние показатели из 4-х определений, мг/кг сухой почвы | | | | | |
| 1 | 90 | вниз, вверх до 10 | на 10 | 23,6 | 32,3 | 28,9 | 38,6 | 161,3 | 122,3 |
| | | от 10 до 20 | свыше 10 | 20,1 | 24,6 | 23,5 | 17,9 | 26,2 | 24,8 |
| 2* | 90 | вниз, вверх до 10 | на 10 | 22,2 | 41,4 | 34,8 | 38,4 | 92,1 | 173,2 |
| | | от 10 до 20 | свыше 10 | 12,6 | 22,0 | 20,1 | 18,3 | 26,4 | 30,6 |
| 3 | 360 | вниз, вверх до 10 | на 10 | 33,3 | 35,9 | 33,2 | 47,4 | 202,0 | 186,6 |
| | | от 10 до 20 | свыше 10 | 24,5 | 23,9 | 16,5 | 18,7 | 21,0 | 35,6 |
| 4 | контроль (без удобрения) | 0—10 | — | 20,4 | 30,0 | 34,7 | 17,5 | 28,5 | 37,9 |
| | | 20—30 | — | 16,8 | 21,5 | 18,3 | 14,5 | 16,3 | 19,7 |

* Делянка полита водой.

нитрификация: образовавшиеся нитраты распространяются в горизонтальном и вертикальном направлениях; это было особенно заметно на делянке, где мы вносили высокую дозу азота (360 кг N на га).

Результаты исследования распространения аммиака в почвах тяжелосуглинистого механического состава позволяют сделать вывод, что аммиак, в испытанных нами дозах, быстро и прочно закрепляется (локализуется) в относительно малом объеме почвы. Аммиачная вода продвигается от места ее внесения вверх, вниз и в горизонтальном направлении на незначительное расстояние (8—10 см). При внесении ее рядами с промежутками больше 20 см создается пестрота, полосатость посевов.

Отсюда следует, что для получения высоких урожаев той или иной культуры аммиачную воду нужно вносить в почву на оптимальную глубину — 10 см. При этом само внесение на всей удобряемой площади по своему характеру должно приближаться к сплошному, то есть производиться с таким расчетом, чтобы не было полосатости всходов и возможно ближе к корневой системе растений, особенно в первой фазе их развития. С этой целью рабочие органы культиватора с приспособлением для внесения аммиачной воды должны быть расставлены не реже чем на 18—20 см друг от друга. Аммиачную воду желательно вносить перекрестным способом, главным образом под зерновые культуры. Ее эффективность от этого значительно возрастет.

Восточно-Сибирский филиал
Сибирского отделения АН СССР,
Иркутск

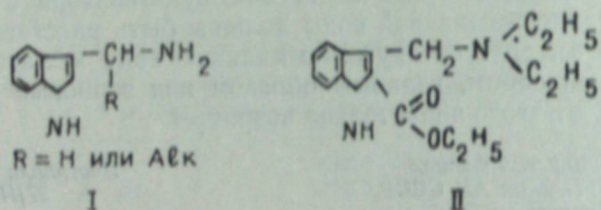
Поступила в редакцию
27/II 1961

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

В. П. МАМАЕВ, В. Ф. СЕДОВА

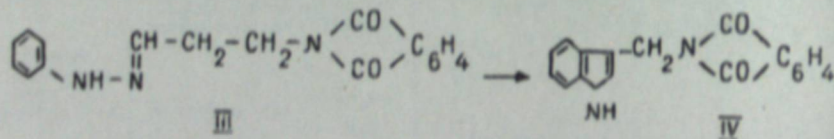
ПОЛУЧЕНИЕ 3-(ФТАЛИМИДОМЕТИЛ)ИНДОЛА
ПО РЕАКЦИИ Э. ФИШЕРА

Одним из наиболее распространенных методов синтеза производных индола является реакция Фишера (см. [1]). Однако для получения индольных соединений типа I этот способ не применялся.



В литературе есть указание на получение по методу Фишера лишь полностью алкилированного амина II — 2-карботокси-3-(диэтиламинометил)индола [2].

Интересно было проверить возможность циклизации фенилгидразона β-фталимидопропионового альдегида (III) в 3-(фталимидометил)индол (IV), учитывая, что методы удаления фталоильной группы исследованы достаточно хорошо и получение из IV 3-(аминометил)индола не должно представлять больших трудностей.

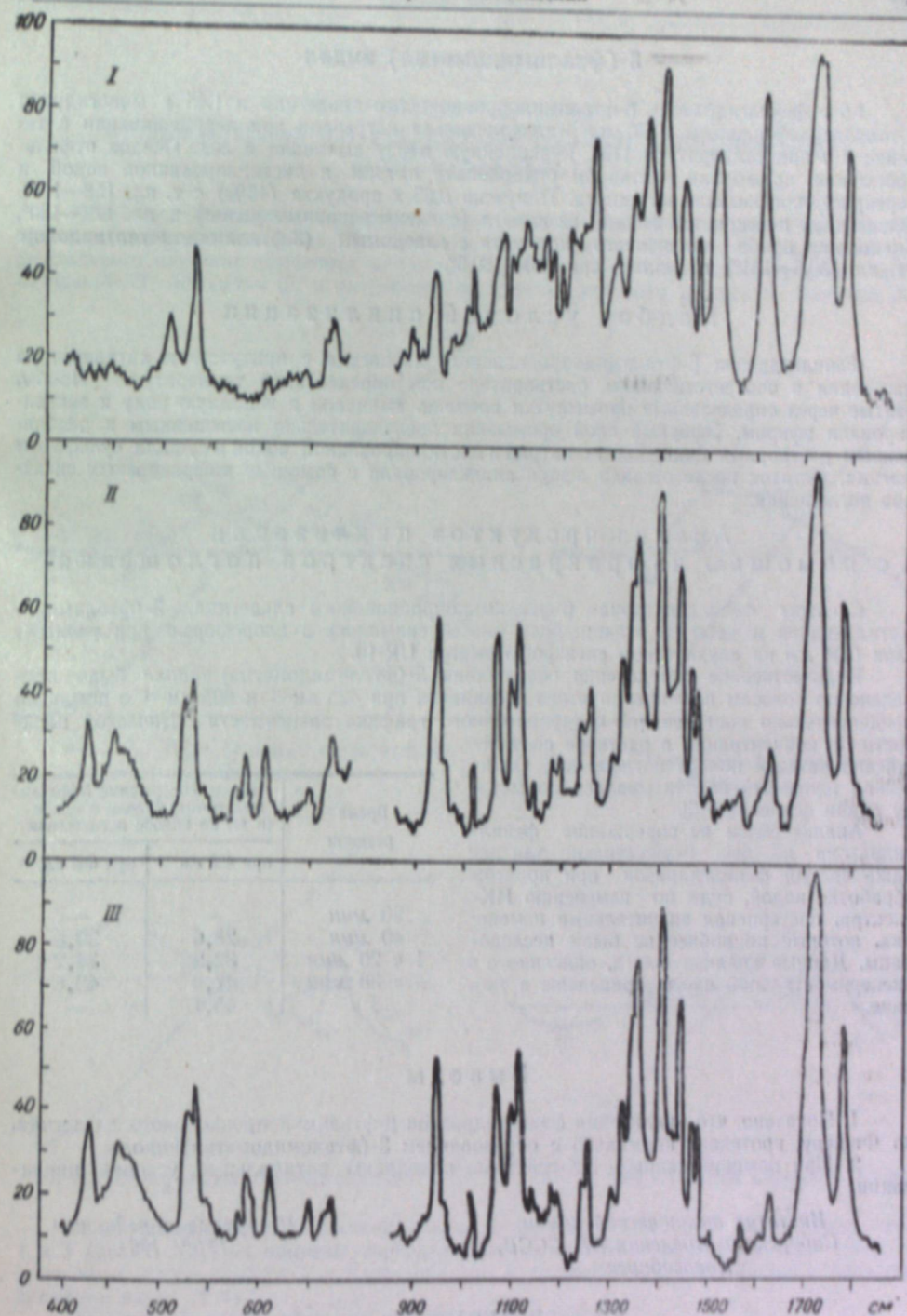


Предварительными опытами было установлено, что в присутствии кислых катализаторов образуется индольное производное. В качестве катализаторов были испытаны серная, о-фосфорная, полифосфорная, сульфосалициловая и п-толуолсульфокислоты в различных растворителях: этиловом спирте, этиленгликоле, этилцеллозольве, диэтиленгликоле. Контроль за ходом реакции осуществлялся с помощью инфракрасных спектров поглощения (см. экспериментальную часть). Было найдено, что лучше всего получать 3-(фталимидометил)индол, используя в качестве катализатора п-толуолсульфокислоту в растворе этилцеллозольва при температуре 110° (молярное соотношение фенилгидразона и п-толуолсульфокислоты 1 : 1,5; продолжительность реакции 2,5 ч). При этих условиях выход IV составлял 48% (по данным ИК-спектров, после соответствующей обработки реакционной смеси). Контрольные опыты показали, что при аналогичной обработке искусственных смесей фенилгидразона III и индольного производного IV потери IV составляют 15–20%. Таким образом, можно считать, что при циклизации фенилгидразона β-фталимидопропионового альдегида образуется 3-(фталимидометил)индол с выходом 60–70%.

Полученный 3-(фталимидометил)индол был идентичен с образцом, приготовленным из грамина и фталимида [3], как по температуре плавления, так и по инфракрасному спектру (рисунок).

Экспериментальная часть

β-Фталимидопропионовый альдегид был получен по [4] из фталимида и акролена в абсолютном спирте в присутствии этилата натрия. Т. пл. 104–109°. Литературные данные [4]: т. пл. 108–115°



I. Фенилгидразон β-фталимидопропионового альдегида; II. 3-(фталимидометил)индол, полученный из грамина и фталимида [3]; III. 3-(фталимидометил)индол, полученный циклизацией по реакции Фишера.

Фенилгидразон β-фталимидопропионового альдегида получали кипячением равномолекулярных количеств β-фталимидопропионового альдегида и свежеперегнанного фенилгидразина в сухом бензоле. После отгонки бензола в вакууме остаток перекристаллизовывали из спирта. Выход 50–70%, т. пл. 118–120°. Литературные данные [4]: т. пл. 119,5–120°.

3-(фталимидометил) индол

1,5 г фенилгидразона β -фталимидопроеинового альдегида и 1,45 г моногидрата п-толуолсульфокислоты в 30 мл этилцеллозольва нагревали при перемешивании в течение 3 ч при температуре 110°. Реакционную массу выливали в лед. Осадок отфильтровывали, промывали раствором бикарбоната натрия и дистиллированной водой и трывывали, промывали раствором бикарбоната натрия и дистиллированной водой и перекристаллизовывали из спирта. Получено 0,65 г продукта (46%) с т. пл. 158—165°. После двух перекристаллизаций из спирта (с активированным углем) т. пл. 179—180°. Смешанная проба полученного продукта с заведомым 3-(фталимидометил)индолом (т. пл. 180,5—181°) плавилась при 180—180,5°.

Подбор условий циклизации

Фенилгидразон β -фталимидопроеинового альдегида в присутствии катализатора нагревали в соответствующем растворителе при определенной температуре. Пробу, взятые через определенные промежутки времени, выливали в холодную воду и экстрагировали эфиром. Эфирный слой промывали дистиллированной водой и сушили сульфатом магния. Остаток после отгонки эфира анализировали с помощью инфракрасных спектров поглощения.

Анализ продуктов циклизации с помощью инфракрасных спектров поглощения*

Спектры фенилгидразона β -фталимидопроеинового альдегида, 3-(фталимидометил)индола и проб из реакционных смесей снимались в хлороформе при толщине слоя 0,24 мм на двухлучевом спектрофотометре UR-10.

Количественное определение содержания 3-(фталимидометил)индола было проведено по полосам поглощения этого соединения при 425 см^{-1} и 605 см^{-1} с помощью предварительно построенного градуировочного графика зависимости оптической плотности от концентрации в растворе соответственно каждой полосе поглощения. Оптическая плотность подсчитывалась по методу линии основания [5].

Анализ смеси на содержание фенилгидразона не был осуществлен, так как даже чистый фенилгидразон при простой обработке водой, судя по изменению ИК-спектра, претерпевал значительные изменения, которые подробнее не были исследованы. Данные анализа опыта, описанного в экспериментальной части, приведены в таблице.

| Время реакции | Найден. содержание 3-(фталимидометил)индола в пробе (в %) по полосе поглощения | |
|---------------|--|--------------------------|
| | при 425 см^{-1} | при 605 см^{-1} |
| 20 мин | — | — |
| 40 мин | 28,6 | 29,5 |
| 1 ч 20 мин | 32,2 | 34,2 |
| 2 ч 30 мин | 47,9 | 42,5 |
| 3 ч | 45,1 | — |

Выводы

1. Показано, что циклизация фенилгидразона β -фталимидопроеинового альдегида по Фишеру, протекает нормально с образованием 3-(фталимидометил)индола.
2. При помощи данных ИК-спектров подобраны оптимальные условия циклизации.

Институт органической химии
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Поступила в редакцию
19/IV 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Суворов, В. П. Мамаев, В. М. Родионов, РИМИОС, вып. 9, Госхимиздат, 1959.
2. В. Hegedus. Helv. Chim. Acta, 29, 1439 (1946).
3. R. Atkinson. J. Chem. Soc., 1954, 1329.
4. O. Moe, D. Warner, J. Am. Chem. Soc., 71, 1251 (1949).
5. G. Pirlot. Bull. Soc. Chim. Belg., 58, 28—32 (1949).

* Анализ выполнен В. Н. Кобринной.

Л. И. КОРЕНЬ

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ТЕРМОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
АНДЕЗИТОБАЗАЛЬТА

Настоящее сообщение посвящено термоанализу андезитобазальтов Приморского края, исследовавшихся ранее [1]. Несмотря на важность термоанализа для экспериментального изучения каменного литья, таких работ крайне мало, можно указать лишь статью А. В. Абрамина [2] и вышедшую недавно за рубежом работу Я. Волдана [3].

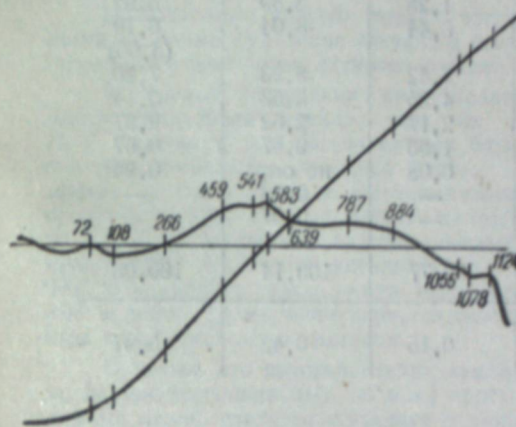


Рис. 1. Термограмма естественного образца 1.

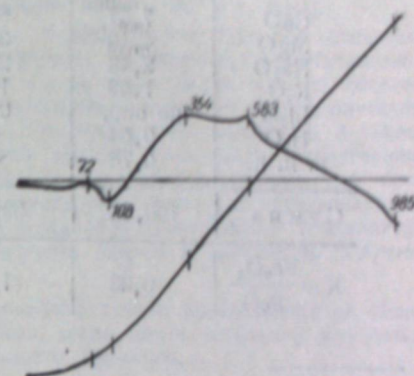


Рис. 2. Термограмма естественного образца 3.

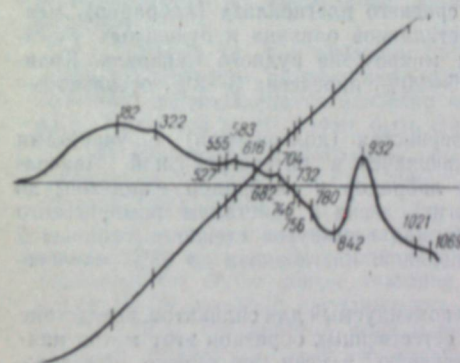


Рис. 3. Термограмма обычного плава 1.

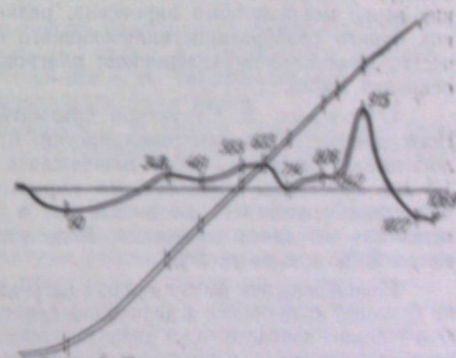


Рис. 4. Термограмма обычного плава 3.

Нами проводился термический анализ естественных образцов андезитобазальтов 1 и 3 (рис. 1, 2) и их обычных переохлажденных плавов (рис. 3, 4), а также восстановленного плава образца 1 и плава образца 3, отличающегося от обычного большим временем варки (2 ч).*

Химический состав образцов приводится в таблице.

Краткая петрографическая характеристика

Образец 1. Структура порфировая, основной массы, интерсертальная, равномерно-мелкозернистая. Минералогический состав — в порфировых краплевчатках, полисинтетические двойники плагиоклаза (ряда андезит — лабрадор) длиной до 3 мм и

* Обозначения приняты, как и в предыдущей работе [1], где приведена более подробная характеристика образцов. Обычный плав получен варкой андезитобазальта в слабоокислительной среде при 1400° в течение 1 ч. Восстановленный плав — стекло из андезитобазальта, сваренное в восстановительной среде.

Химический состав андезитобазальтов, %

| Компонент | Образец 1 (оливиновый андезитобазальт) | | | Образец 3 (гиперстеновый андезитобазальт) | |
|--------------------------------|--|--------------|----------------------|---|--------------|
| | естественный | обычный плав | восстановленный плав | естественный | обычный плав |
| SiO ₂ | 55,20 | 56,14 | 56,32 | 55,02 | 55,24 |
| Al ₂ O ₃ | 18,43 | 17,83 | 18,18 | 15,64 | 16,47 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,30 | 5,45 | 1,28 | 3,39 | 5,92 |
| FeO | 6,97 | 5,00 | 8,44 | 8,04 | 6,10 |
| | | | | | (6,00)* |
| CaO | 7,57 | 6,25 | 7,42 | 8,93 | 7,80 |
| MgO | 4,10 | 3,94 | 4,35 | 5,53 | 5,14 |
| Na ₂ O | 2,48 | 2,96 | 2,17 | 2,62 | 2,67 |
| K ₂ O | 1,59 | 1,78 | 1,53 | 0,57 | 0,67 |
| Li ₂ O | не опр. | 0,09 | 0,08 | не опр. | 0,04 |
| H ₂ O | 0,64 | — | — | 0,33 | — |
| п. п. п. | 0,78 | — | — | 0,07 | — |
| Сумма | 100,06 | 99,44 | 99,77 | 100,14 | 100,05 |
| $K = \frac{Fe_2O_3}{FeO}$ | 0,33 | 1,09 | 0,15 | 0,42 | 0,97 |

* Содержание FeO при плавке в течение 2 ч.

крупные кристаллы более редких ромбического и моноклинного пироксенов (гиперстен, авгит); основная масса состоит из микролейт среднего плагиоклаза (лабрадор), мелких зерен моноклинного пироксена, редких кристалликов оливина и отдельных участков бурого слабобаскритализованного стекла; микрозерна рудного минерала. Количество минералов-вкраплеников: плагиоклаза 15—20%, пироксена 3—8%, остальное — основная масса.

Образец 3. Структура призматически-зернистая (долеритовая) с участками гиалопидитовой, равномерной, приближающаяся к интерсертальной. Минералогический состав — лейсты плагиоклаза (ряда лабрадор и лабрадор — андезин) до 1,5 мм, кристаллы моноклинного пироксена (авгит), зерна и кристаллы ромбического пироксена (гиперстен) до 3—3,5 мм, в промежутках серо-бурое стекло с небольшой примесью пеплового материала. Количество минералов: плагиоклаза до 65%, пироксена до 30%, стекла до 5%.

Использовался метод кривых нагревания, рекомендуемый для силикатов, вследствие их большой склонности к переохлаждению. Для естественных образцов этот метод наиболее полно соответствует действительному поведению в печи при плавке. Исследование проводилось с помощью фоторегистрирующего пирометра Курнакова ПК-52.

В соответствии с малой величиной ожидаемых эффектов и полиминеральностью породы скорость нагревания принималась равной 20° С/мин.

С целью получения наиболее точных результатов применялись тонкие фракции вещества (во всех случаях менее 0,25 мм) и наиболее близкие к шарообразной форме низкие фарфоровые тигли. Величина навески принималась оптимальной для силикатов — 2—4 г, причем навеска в 2 г применялась во всех случаях, за исключением естественных образцов, для которых она оказалась мала и была увеличена до 4 г. В качестве эталона употреблялась прокаленная окись глинозема.

В процессе нагревания образцы изменялись, спекались, бурели, размягчались и темнели, приобретали матовую поверхность вследствие перекристаллизации. Нагревание до полного расплавления не проводилось, так как железосодержащие расплавы прилипали к платиновой термпаре и удалить их было трудно из-за возможного перегрева печи.

Можно отметить следующее.

1) По описанной методике получены дифференциальные кривые, свидетельствующие о сложности процессов, происходящих в андезитобазальтах и их переохлажденных расплавах при нагревании. Большая четкость кривых наблюдается для плавленно-

го андезитобазальта при навеске в 2 г и для естественного — при навеске в 4 г; кривые, полученные для естественного андезитобазальта с навеской в 2 г, отличаются значительно меньшей четкостью, но дают абсолютно совпадающий результат.

2) Рассматривая кривые нагревания естественных образцов 1 и 3, можно заметить общность происходящих в этих образцах изменений, что связано с близостью их химического и минералогического состава. Обращает на себя внимание эндотермический минимум при 108°, обусловленный, очевидно, удалением гигроскопической влаги. Эндотермический эффект удаления летучих накладывается на экзотермический эффект окисления железистых минералов, который наблюдается уже при 72°, но активно проявляется при температурах 350—583°. У образца 3 экзотермический эффект больше вследствие повышенного содержания FeO. Плавление нагревавшегося до более высоких температур образца наблюдается при температурах выше 1124°.

Наблюдаемые явления хорошо согласуются с данными, полученными статистическими методами (удаление летучих в большом интервале и большая доля в их составе гигроскопической воды, активное окисление, плавление выше 1100° и т. д.) [1].

3) Кривые нагревания андезитобазальтовых стекол имеют большое сходство. Дифференциальная кривая всех их характеризуется областями, отмечавшимися Л. Г. Бергом [4] для бессиликатных борных стекол, но и в стеклах нашего состава они вырисовываются довольно четко. Такими областями являются экзотермический эффект кристаллизации и эндотермический эффект последующего плавления, а также предшествующий кристаллизации эндотермический эффект близ точки размягчения, по Тамману. Указанный эндотермический процесс начинается при температуре примерно 700°; активная кристаллизация — при температурах, несколько превышающих 900°, и плавление стекла — при температурах порядка 1050°. Полученные температурные области (размягчение, кристаллизация, плавление) близки к величинам, полученным нами статистическим методом.

Отметим, что кристаллизация андезитобазальтовых стекол улавливается не только на дифференциальных, но и на простых кривых, тогда как в остальном это почти прямые линии, свидетельствующие о незначительности эффектов.

Кроме того, можно отметить общее для них некоторое повышение кривой близ температуры 583°. Совпадая с повышением кривых, наблюдаемым у естественных образцов, этот эффект может быть объяснен окислением железа. По мнению А. В. Абрамяна [2], здесь может проявляться и выравнивание внутренних напряжений в стекле.

Обращает на себя внимание также накладывается на эндотермическую остановку после точки размягчения экзотермическая волна в промежутке температур 700—840°, проявляющаяся особенно четко у образца 3, но наблюдающаяся и у образца 1. Причиной этого может быть фарфоровидная кристаллизация.

4) Сравнивая термограммы обычных плавов 1 и 3, можно отметить, что термографически улавливается смещение точки кристаллизации влево для более основного образца 3 (932 и 915°).

5) Анализ кривых нагревания обычного и восстановленного плавов образца 1 показывает их почти полное совпадение. Следует указать также на хорошо отражаемое термограммой более низкое значение температуры кристаллизации у восстановленного плава (902°), который приближается в этом отношении к обычному плаву образца 3, как это было установлено нами и ранее. Для термограммы восстановленного плава, который нагревался до более высоких температур, можно отметить максимум при 1122°, который соответствует, вероятно, максимальной линейной скорости кристаллизации. Начало такого подъема кривой наблюдается и на рис. 4.

6) Можно отметить полную идентичность кривой обычного плава 3 и плава 3, варившегося в течение 2 ч. Последнее согласуется с предыдущими данными, свидетельствующими о том, что в лабораторных условиях основные изменения при плавке андезитобазальта происходят в течение первого часа.

Совпадение кривых свидетельствует о хорошей воспроизводимости результатов при термоанализе андезитобазальтов.

Отсутствие в литературе достаточных данных по термическому анализу андезитобазальтов и близких к ним пород, а также составляющих эти породы минералов не позволяет сделать более полной расшифровки термограмм. Тем не менее уже полученные результаты дают некоторое представление о физико-химических процессах, происходящих в плавном камне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. И. Корень, Е. П. Ожигов, Андезитобазальты Приморского края как сырье для получения литых и пористых материалов. Изв. СО АН СССР, № 7, 1960.
2. А. В. Абрамян. Исследование процесса перекристаллизации базальта термографическим методом и путем измерения удельных весов. Изв. АН Арм. ССР, № 1, 1957.
3. J. Voldan, Termiczna analiza roznicowa topionuch basaltow. Szklo i ceramic, № 12, 1956.
4. Л. Г. Берг, А. В. Николаев, Е. Я. Роде. Термография. Изд. АН СССР, М., 1944.

А. Д. СОБОЛЕВА

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ ЛЕГКИХ
В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ПАТОЛОГИИ

Вопросы хирургического лечения неразрывно связаны с такими процессами, как «реактивное воспаление» и регенерация тканей и органов. Важнейшую роль в этих процессах играет соединительнотканная основа органов. Наблюдения показывают, что по своим биологическим реакциям, физическим и химическим свойствам соединительная ткань оказывается неоднородной даже в пределах одного органа. С этой точки зрения, т. е. признавая наличие определенных, присущих именно этому виду ткани реакций в аспекте органоспецифичности, мы и рассматриваем соединительную ткань легких.

Материалом для исследования служили легкие больных, погибших от различных форм лейкоза, а также биопсии при хронических неспецифических легочных процессах и рака легких. Возраст больных колебался от 13 до 80 лет; в отдельных наблюдениях были дети раннего возраста. Всего 106 наблюдений. Методы обработки: гистологические окраски — гематоксилин-эозином, по методу Ван-Гизон; комбинированный с выявлением эластических волокон, импрегнация серебром, по методу Гомери; комплекс окрасок на выявление мукополисахаридов; в отдельных наблюдениях произведена окраска на жир. Кроме того, начаты гистохимический анализ белковых фракций и составление оптических кривых, основанное на способности тканей к двойному преломлению; указанные химические и физические характеристики различных типов соединительной ткани будут представлены отдельным сообщением.

В настоящее время удается выявить два основных типа соединительной ткани в легких: 1) фиброзная ткань, 2) ретикулярная ткань. Они отличаются друг от друга химическими и физическими свойствами, строго ограниченной топографией и главным биологическими реакциями.

Фиброзная ткань является ложем для лимфатического русла, образует периадвентициальные артериальные влагалатца, входит в состав сосудистых стенок, междольевых, межсегментарных, междольевых прослоек, дельт, плевры, включая глубокие слои, основы главных, долевых и сегментарных бронхов. Фиброзная ткань имеет отношение к водно-солевому обмену, являясь местом, где в основном развивается трансудация и экссудация. Наиболее типичной реакцией данной ткани являются изменения параластических субстанций.

Клеточные элементы фиброзной ткани не выходят за пределы фибробластического ряда, поэтому в клеточно-гиперпластических реакциях при лейкозах эта ткань не участвует.

Топография ретикулярной ткани следующая: главные, долевые, сегментарные бронхи в области слизистых желез, ветвей бронхиальной артерии; волокна переплетаются ретикулярной ткани. Ретикулярными волокнами преимущественно состоят из ретикулярной ткани. Адвентицию крупных вен в значительной степени составляет ретикулярная ткань. Вся стенка междольевых вен представлена ретикулярной тканью. Ретикулярные волокна входят в состав междольевых перегородок. Дельты окаймляют по самой периферии ретикулярной тканью, которая переходит в глубокие слои плевры. Перечисленные участки ретикулярной ткани в легких относятся к дефинитивной ткани, обладают исключительной стойкостью к процессам коллагенизации и являются плацдармом для всех клеточных реакций, как иммунологических, так и при расширении очагов кроветворения.

В связи с этими особенностями лейкоз и хроническая пневмония реализуются по-разному в той и другой ткани. Клеточно-гиперпластическая реакция, специфическая для лейкоза, локализуется в дефинитивной ретикулярной ткани; фиброзная же ткань страдает при параспецифических процессах. Хроническая пневмония в стадии напряже-

ния иммунитета, т. е. истинная интерстициальная пневмония, развивается в ретикулярной ткани, а экссудативные реакции — главным образом в фиброзной.

При регенераторных и воспалительных процессах в легких может происходить образование недифференцированной ткани, источником которой является как сосудистый, так и ретикулярный камбий. Эта новообразованная ткань способна участвовать в лейкемических реакциях. По окончании повреждающего воздействия, вызвавшего процесс регенерации или воспаления, данная ткань эволюционируется в направлении фибробластического ряда, причем входящие в ее состав преколлагеновые волокна подвергаются коллагенизации.

При лейкозах и некоторых других болезнях кроветворения в легких может происходить образование низкодифференцированной ткани, источником которой является исключительно ретикулярный камбий. В этой ткани кроветворная реакция полностью соответствует той, которая происходит в дефинитивной ретикулярной ткани; однако, в отличие от последней, в новообразованной ткани наблюдается тенденция к превращению в фибробластическую, и входящие в состав этой ткани аргирофильные волокна подвергаются коллагенизации, т. е. являются волокнами типа проколлагеновых (пример: образование адвентиции внутридольевых вен).

С возрастом количество ретикулярной ткани легких уменьшается. Это особенно ясно проявляется в условиях глубокой патологии кроветворения при лейкозе. В раннем детстве и отчасти в юношеском возрасте все указанные выше участки дефинитивной ретикулярной ткани вовлекаются в клеточно-гиперпластический процесс, в дальнейшем же этот плацдарм начинает суживаться (например, исключаются альвеолярные перегородки), в зрелые и старческие годы оставаясь преимущественно в долевых и сегментарных бронхах, где и в норме имеются зачатки кроветворения*. Это положение хорошо документируется статистическими данными, приведенными в таблице.

| Возрастная группа | Количество случаев | Поражение | | | | |
|-----------------------------|--------------------|--------------------------|-------------|-----------------------------|---------------|----------------|
| | | альвеолярные перегородки | мелкие вены | глубокие слои плевры дельты | мелкие бронхи | крупные бронхи |
| Детский и юношеский возраст | 15 | 11 | 15 | 9 | 15 | 10 |
| 20—40 лет | 29 | 1 | 7 | 5 | 12 | 3 |
| 40—60 лет | 26 | 0 | 7 | 10 | 12 | 9 |
| Свыше 60 лет | 30 | 1 | 7 | 7 | 13 | 21 |

В детском и юношеском возрасте из 15 наблюдений в 11 были вовлечены в процесс ретикулярная ткань альвеолярных перегородок, в зрелые и старческие годы эта локализация является исключительной и то только при заболеваниях типа ретикулоэритромиоза.

Интерес представляют также данные, помещенные в последней графе таблицы. Наблюдается сравнительно большая частота поражения больших бронхов в детском и юношеском возрасте на фоне реакций всей ретикулярной ткани легких, в дальнейшем отмечается падение реактивности этой тканевой системы, а в старческие годы, где общая реактивность остается низкой, отмечается избирательное усиление активности ретикулярной ткани долевых и сегментарных бронхов, что в значительной степени нормализует процесс в смысле локализации.

От степени вовлечения в гиперпластический процесс дефинитивной ретикулярной ткани органов, возможно, до известной степени зависит форма лейкоза и значимость его течения.

Таким образом, детальное изучение указанных типов тканей и их реактивности человека в аспекте органопатологии способствует более глубокому пониманию процессов регенерации и гиперпластических процессов в целом на основе физиологической дифференцировки этих тканей.

Институт экспериментальной биологии и медицины,
Сибирского отделения АН СССР,
Новосибирск

Получено в редакцию
7/VI/1961

* Martti Turunen, Irma Nyrske, Ober das Lymphatische Gewebe in den Menschlichen Bronchen, H., 1956.

ХРОНИКА

КООРДИНАЦИОННОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ

23 июня 1961 г. бюро Президиума Сибирского отделения АН СССР утвердило решение координационного совещания, состоявшегося при Объединенном ученом совете по химическим наукам СО АН СССР, об изменении направления научных исследований по проблеме «Комплексное использование твердого топлива Сибири и Дальнего Востока для энергетики, металлургии и химии».

В координационном совещании, проходившем под председательством член-корр. АН СССР А. В. Николаева в Новосибирске 16—18 мая с. г., участвовали представители всех научных институтов СО АН СССР, которые занимаются разработкой данной проблемы: транспортно-энергетического, химико-металлургического, Института нефте- и углехимического синтеза, Бурятского КНИИ, химического отдела ДВФ и Сахалинского КНИИ.

На совещании были заслушаны и обсуждены доклады представителей перечисленных учреждений о перестройке научной работы по указанной проблеме в соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 3 апреля 1961 г. № 299 «О мерах по улучшению координации научно-исследовательских работ в стране и в Академии наук СССР».

В решении координационного совещания говорится, что основной задачей научных исследований всех учреждений СО АН СССР, занимающихся изучением твердого топлива, должно являться «установление причин и зависимостей изменения показателей качества и свойств ископаемых углей на основе изучения молекулярной структуры их органического вещества, механизма и кинетики деструкции последнего под влиянием различных факторов».

Совещание сформулировало следующие основные положения, на основе которых должны определяться пути и направления научно-исследовательских работ по отдельным темам данной проблемы.

1. Изучать особенности химического состава, структуры и свойств угольного вещества на выделенных из угля отдельных компонентах.

2. Изучать характер и прочность межмолекулярных связей в угольном веществе с помощью исследования продуктов первичной деструкции (термическая и окислительная, «растворение» в различных веществах, деструктивная гидрогенизация и др.).

3. Изучать кинетику процессов деструкции угольного вещества с помощью быстрого воздействия, закалки первичных продуктов деструкции и воспроизведения механизма изучаемых явлений на модельных химических соединениях.

4. Изучать особенности строения отдельных элементарных структурных единиц угольного вещества, а также структуры и свойств сопряженных систем этих элементарных единиц на отдельных микрокомпонентах фазной степени метаморфизма.

Совещание подчеркнуло необходимость шире применять в перечисленных исследованиях современные физические методы, особенно радиолиз, электронный парамагнитный резонанс и ядерный резонанс; рекомендовало работать в направлении усовершенствования существующих и разработки новых методов для достоверного определения функциональных групп в угольном веществе; извлечения и накопления редких элементов и отдельных петрографических микрокомпонентов, содержащихся в ископаемых углях.

В решении совещания указывается на необходимость доведения исследований до стадии установления и объяснения закономерности изменения качества и свойств ископаемых углей под влиянием изучаемых факторов. Причем особое внимание должно быть сосредоточено на тех направлениях, которые будут проводиться для теоретического обоснования новых методов комплексного использования твердого топлива.

Из организационных вопросов совещание рассмотрело порядок проведения перестройки работ по данной теме в 1961 г. в соответствующих лабораториях институтов СО АН СССР. Было также решено, что тематические планы по данной проблеме на 1962 г. должны быть представлены всеми учреждениями на рассмотрение и утверждение постоянному координационному совету, который совещание рекомендовало избрать при Объединенном ученом совете по химическим наукам СО АН СССР. Наконец, совещание сочло целесообразным рекомендовать директорам соответствующих

щих институтов СО АН СССР проводимые в настоящее время работы технологического порядка довести до завершения.

Бюро Президиума СО АН СССР утвердило также решение координационного совещания по переименованию данной проблемы в связи с изменением направления научных исследований. В дальнейшем эта проблема будет именоваться следующим образом: «Научные основы комплексного использования твердого топлива Сибири и Дальнего Востока».

Утвержден постоянный координационный совет по проблеме при Объединенном ученом совете по химическим наукам СО АН СССР в следующем составе:

- | | |
|---------------------|---|
| 1. А. В. Николаев | — член-корр. АН СССР (председатель совета), |
| 2. Г. К. Боресков | — член-корр. АН СССР, |
| 3. В. В. Воеводский | — член-корр. АН СССР, |
| 4. А. А. Ковальский | — член-корр. АН СССР, |
| 5. С. П. Алаев | — канд. техн. наук, Трансп.-энерг. ин-т СО АН СССР, |
| 6. А. Д. Дариев | — канд. хим. наук, Бурятский КНИИ СО АН СССР, |
| 7. Л. Н. Жданкович | — канд. техн. наук, Ин-т нефте- и углехимического синтеза СО АН СССР, |
| 8. И. К. Клопотов | — канд. техн. наук, Ин-т нефте- и углехимического синтеза СО АН СССР (ученый секретарь совета), |
| 9. Д. Н. Лисин | — канд. техн. наук, Хим.-металлург. ин-т СО АН СССР, |
| 10. Е. Н. Лоскутова | — канд. техн. наук, Хим.-металлург. ин-т СО АН СССР, |
| 11. О. Б. Максимов | — канд. хим. наук, химический отдел ДВФ СО АН СССР, |
| 12. Л. К. Марков | — канд. хим. наук, Ин-т нефте- и углехимического синтеза СО АН СССР, |
| 13. Н. В. Разумов | — канд. техн. наук, Сахалинский КНИИ СО АН СССР, |
| 14. З. М. Рыбалко | — канд. хим. наук, химический отдел ДВФ СО АН СССР, |
| 15. С. И. Шабанов | — канд. техн. наук, Трансп.-энерг. ин-т СО АН СССР, |
| 16. И. А. Яворский | — канд. техн. наук, Трансп.-энерг. ин-т СО АН СССР, |
| 17. М. Н. Ларионов | — Сахалинский КНИИ СО АН СССР. |

По всем вопросам, связанным с деятельностью координационного совета, следует обращаться к председателю совета член-корр. АН СССР А. В. Николаеву (г. Новосибирск, ул. Советская, 20) или к ученому секретарю совета канд. техн. наук И. К. Клопотову (г. Ангарск, Ин-т нефте- и углехимического синтеза СО АН СССР).

И. К. Клопотов

НАУЧНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО УДОКАНСКОЙ ПРОБЛЕМЕ

С 1 по 3 августа 1961 г. в Чите проходило совещание, созванное Сибирским отделением Академии наук СССР и организованное Забайкальским комплексным научно-исследовательским институтом СО АН СССР для обсуждения вопросов комплексного народнохозяйственного использования природных богатств северных районов Читинской области, Бурятской АССР и прилегающих районов в связи с освоением Удоканского месторождения меди. В совещании приняли участие более 300 представителей от 73 центральных и местных научных, проектных, хозяйственных, партийных, государственных и общественных учреждений и организаций. Большую помощь в подготовке совещания Сибирскому отделению оказали Читинский обком КПСС и Читинский совнархоз.

Открывая совещание, заместитель председателя Президиума Сибирского отделения член-корр. Академии наук СССР Т. Ф. Горбачев отметил большое народнохозяйственное значение комплексного освоения района Удокана, в развитии которого заинтересованы не только экономические районы Восточной Сибири, но и народное хозяйство страны в целом. Т. Ф. Горбачев подчеркнул, что Сибирское отделение ждет от совещания конкретных предложений по развитию производительных сил Забайкалья и помощи в определении задач дальнейшего развития научных исследований, установления делового контакта между научными и производственными организациями.

Обращаясь к участникам совещания со вступительным словом, первый секретарь Читинского обкома КПСС А. И. Смирнов напомнил, что совещание проходит в период, когда трудящиеся Советского Союза прилагают все усилия к досрочному выполнению принятых обязательств, готовят трудовые подарки XXII съезду партии. «Читинский обком КПСС, — сказал А. И. Смирнов, — рассматривает совещание по удоканской проблеме, как одно из мероприятий, проводимых областными научными, хозяйственными и партийными организациями в честь XXII съезда».

В докладе канд. геол. мин. наук Г. А. Мельникова (Забайкальский комплексный научно-исследовательский институт СО АН СССР — ЗабНИИ) освещено современное состояние горнорудной промышленности, а также узловые вопросы развития производительных сил Забайкалья. Особое внимание было уделено в докладе возможностям создания на базе медных руд Удокана и кручининских титаномагнетитов химико-металлургического комбината в Забайкалье.

Доклад И. Г. Рутштейна (Читинское геологическое управление) был посвящен характеристике минерально-сырьевых ресурсов севера Читинской области и перспективам их увеличения. По мнению докладчика, промышленное освоение Удоканского района сделает возможным добычу не только меди, но и угля, цветных и строительных материалов и горнохимического сырья.

В ряде докладов были затронуты вопросы геологического строения и минерально-сырьевых ресурсов смежных с Удоканом районов, расположенных в Иркутской области, Бурятской и Якутской АССР.

С большим вниманием было выслушано сообщение Н. Н. Скибина, в котором нашли отражение основные положения технико-экономического доклада по промышленному освоению Удоканского медного месторождения.

В. А. Энгельке рассказал о схеме магистральных линий дорог, необходимых для присоединения Удокана к общей сети. Этот доклад, как и доклад Н. Н. Скибина, вызвал горячее обсуждение. О путях решения транспортной проблемы Удокана в начальный период строительства предприятия и о связанных с этим трудностях сообщил И. А. Халецкий. И. Батюк охарактеризовал схему энергоснабжения Удоканского комбината. С двумя докладами ознакомил участников совещания московский институт. В первом были освещены вопросы энергоснабжения Удоканского предприятия (докладчик Л. Б. Шейнман), во втором — вопросы использования гидроэнергоресурсов северного Забайкалья и их роли в энергоснабжении Удокана (докладчик Р. И. Бобров).

Научный сотрудник ЗабНИИ Л. И. Куц доложила о проблеме топливной базы Удокана. По мнению докладчика, Удоканский промышленный комплекс имеет полную возможность, опираясь на запасы углей в районе Удокана, отказаться от завоза углей из Якутии.

Вопросам гидрометаллургической переработки существенно окисленных руд Удоканского месторождения был посвящен доклад доцента А. И. Орлова (Иркутский политехнический институт).

В ряде докладов была дана характеристика природных условий района предстоящего освоения. Канд. геогр. наук Л. И. Мухина (Институт географии АН СССР) выступила с докладом о природных условиях северных районов Бурятской АССР и Читинской области; проф. В. И. Солоненко (Восточно-Сибирский геологический институт СО АН СССР) дал предварительную характеристику сейсмичности района Удоканского месторождения; П. А. Соловьев (Институт мерзлотоведения СО АН СССР) остановился на задачах научных исследований многолетнемерзлых пород в районе Удокана; о состоянии и перспективах улучшения гидрометеорологической изученности севера Забайкалья сообщил П. П. Лаптев (Забайкальское управление гидрометеослужбы).

Канд. геогр. наук А. А. Недешев (ЗабНИИ) сделал сообщение о перспективах развития промышленных узлов Читинской области в связи с освоением Удокана и о возможностях формирования на базе комплексного освоения медных и титаномагнетитовых руд нового промышленного комплекса.

Всего было заслушано 26 докладов и сообщений. В прениях по докладам и сообщениям выступило 19 человек.

В заключительном слове председатель Президиума Восточно-Сибирского филиала Сибирского отделения АН СССР член-корр. АН СССР Л. А. Мелентьев отметил, что совещание по удоканской проблеме является примером сотрудничества и делового контакта между научными работниками и производственниками.

Решения совещания по удоканской проблеме, в котором содержатся рекомендации и предложения по промышленному освоению месторождения меди и созданию промышленного комплекса на севере Забайкалья, разослано руководителям заинтересованных учреждений и организаций.

А. Н. Барковский

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ФАРМАКОЛОГИИ И ЛЕКАРСТВЕННОМУ ПРИМЕНЕНИЮ ЭЛЕУТЕРОКОККА КОЛЮЧЕГО*

Дикорастущая флора Сибири и Дальнего Востока таит в себе очень много весьма ценных лекарственных растений. Исследования последних лет, проведенные Дальневосточным филиалом СО АН СССР и другими научными учреждениями, показали, что женьшень не является больше единственным носителем уникальных тонизирующих и лечебных свойств. Об этом свидетельствуют, в частности, материалы научной конференции по фармакологии и лекарственному применению элеутерококка колючего, которая состоялась 22 и 23 июня 1961 г. в Ленинграде. Организаторами конференции являлись Дальневосточный филиал СО АН СССР, Краснознаменный факультет физической культуры и спорта при ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта и Ленинградский институт онкологии АМН СССР.

Сравнительной характеристике аралиевых, биологии элеутерококка и распространению зарослей этого дикорастущего кустарника было посвящено сообщение И. В. Грушвицкого (БИН АН СССР). Лекарственную ценность представляют главным образом корневища элеутерококка, фармакологическое описание которых было дано Н. И. Супруновым (ДВ филиал СО АН СССР).

Автор этих строк сообщил о результатах сравнительного фармакологического изучения женьшеня, элеутерококка, аралии маньчжурской, заманихи и некоторых других видов семейства аралиевых. Оказалось, что элеутерококк более других растений данного семейства сходен по фармакологическому действию с женьшенем, а иногда и превосходит последний по силе стимулирующего, тонизирующего, защитного и некоторых других видов действия. Намечаются и определенные отличия в фармакологическом влиянии указанных двух препаратов на некоторые функции организма.

В докладах А. В. Коробкова и его сотрудников В. А. Шкуроды, Д. А. Головачевой и Я. Б. Лехтмана (ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта) был приведен большой материал о положительном влиянии элеутерококка на физическую работоспособность и сопротивляемость к вредным воздействиям организма человека и животных. Стимулирующее и тонизирующее действие препарата было проверено более чем на 400 испытуемых при работе огромной интенсивности и длительности в различных климатических условиях.

Аналогичные данные были доложены П. П. Голиковым о влиянии элеутерококка на умственную работу человека, М. А. Медведевым о влиянии на работу радиотелеграфистов и М. В. Щиченковым о повышении остроты зрения и темновой адаптации глаза. Во всех случаях элеутерококк сравнивался с женьшенем.

Материалы о влиянии женьшеня и элеутерококка на условные рефлексы у собак обобщил Г. И. Цобкалло (Институт физиологии им. И. П. Павлова АН СССР). Оба препарата оказывают положительное влияние на процессы возбуждения и внутреннего торможения. К аналогичному выводу приходит и А. В. Коробков.

Повышение работоспособности и увеличение количества производимой работы сопровождается не истощением организма, а, наоборот, увеличением аппетита и веса тела. Это находит подтверждение и в экспериментальных исследованиях на кроликах, у которых в результате длительного введения элеутерококка наряду с увеличением аппетита и веса тела наступает небольшое (20—25%), но стойкое повышение содержания сахара крови, сопровождавшееся примерно таким же понижением уровня неорганического фосфора (Т. Л. Быховцова, Дальневосточный госуниверситет).

Большой интерес представляют сообщения о результатах экспериментально-терапевтических исследований. По данным А. П. Лавринова (ВМОЛА им. С. М. Кирова), элеутерококк повышает выживаемость белых мышей, затравленных трихлортриэтиламином. Элеутерококк оказывается эффективнее женьшеня при хронической лучевой болезни (Г. М. Маянский, ДВ филиал СО АН СССР) и аллоксановом диабете белых крыс (Г. Н. Бездетко, Т. М. Смолина и Л. Д. Шулятева, Благовещенский медицинский институт).

Под руководством засл. деятеля наук профессора Н. В. Лазарева в лаборатории экспериментальной онкологии Института онкологии АМН СССР (Ленинград) были выполнены исследования влияния женьшеня и элеутерококка на рост прививаемой опухоли (карцинома Эрлиха). По данным А. И. Мироновой, исследованные препараты несколько тормозят рост карциномы. Женьшень и элеутерококк снижают токсическое действие 6-меркаптопурина. В отношении элеутерококка к аналогичным выводам, но на еще большем материале приходит Ю. Г. Колотвин. При сочетанном применении элеутерококка и 6-меркаптопурина торможение роста опухоли (при перерасчете на чистый вес) составило 58% (76% у самок и 46% у самцов).

Клинический материал пока еще недостаточен. Он был представлен только в двух

* См. Изв. СО АН СССР, № 9, 1960 (И. И. Брехман, Новое лекарственное растение из семейства аралиевых — элеутерококк колючий).

сообщениях А. П. Голыкова (ВМОЛА им. С. М. Кирова) о лечебном действии элеутерококка при атеросклерозе. Наряду с улучшением общего состояния больных и коронарного кровообращения элеутерококк снижает высокий исходный уровень общего холестерина и бета-липопротеинов сыворотки крови. Важно подчеркнуть, что лечебное действие и снижение уровня холестерина было получено не только в стационарных условиях, но и на больных кардиологического диспансера в процессе их обычной трудовой деятельности.

Н. В. Лазарев в заключительном докладе обратил внимание на то обстоятельство, что современный набор лекарств состоит в основном из средств, воздействующих на катаболические процессы. Изучению анаболизаторов уделяется очень мало внимания, хотя, например, женьшень и другие лекарственные вещества, вероятно, обладают белково-анаболизирующим действием.

В работе конференции участвовало более ста человек, 15 человек приняли участие в обсуждении докладов. В принятом решении были одобрены результаты проведенных исследований и высказана необходимость скорейшего внедрения элеутерококка в широкую медицинскую практику. Было решено просить Ботанический институт АН СССР и Дальневосточный филиал СО АН СССР включить в план исследований изучение биологии элеутерококка и определение его природных запасов для научного обоснования приемов их эксплуатации.

И. И. Брехман

Художественный редактор В. И. Желнин.
Технический редактор О. А. Доккина.
Корректоры И. П. Зайцева, М. А. Башкова.

Подписано в печать 24 октября 1951 г. МН 01340. Бумага 70×108/4. 9 75 печ. л. = 13 35 усл. печ. л.
+ 1 вкл., 12 уч.-изд. л. Тираж 2300.

Издательство Сибирского отделения Академии наук СССР, Новосибирск, Советская, 20. Зак. № 322
Типография № 1 Полиграфиздата, Новосибирск, Красный проспект, 20.
Цена 70 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО СО АН СССР ВЫПУСКАЕТ КНИГУ:

С. С. Бацанов. Электроотрицательность элементов и химическая связь. 10 л., тираж 5000 экз. Цена (ориентировочно) 90 коп.

Книга посвящена современному состоянию и перспективам развития учения об электроотрицательности элементов.

В работе изложены и критически разобраны различные методы определения электроотрицательностей с помощью термодимических, спектроскопических и магнитных данных, геометрических характеристик молекул и значений потенциалов ионизации. Каждым из этих методов рассчитаны электроотрицательности атомов в разных валентных состояниях, в том числе для кратных связей и для состояния свободного радикала. На основе различных приемов определения электроотрицательностей дается сводная система для всех изученных к настоящему времени элементов.

Значения электроотрицательностей элементов используются для определения степени асимметрии электронного облака связи (степени ионности) в неорганических молекулах и кристаллах. Эти выводы сопоставляются с экспериментальными данными и результатами квантовохимических расчетов. Специально рассмотрен вопрос о применении интегралов перекрытия для определения степени ионности связи в молекулах и радикалах.

Величины электроотрицательностей и значения степеней ионности используются для интерпретации и вычислений межатомных расстояний и электронных поляризуемостей (рефракций) молекул и кристаллов. Изучается химическая связь и строение растворов электролитов, создана специальная система электроотрицательностей атомов в водных растворах. С позиций природы химической связи рассматриваются свойства искусственных и естественных химических соединений, особенно их устойчивость, кислотно-основной характер и реакционная способность. Специально исследуется проблема трансвлияния атомов в комплексных соединениях.

В книге подводятся итоги экспериментальным исследованиям автора по синтезу представителей нового класса неорганических веществ — солей со смешанными анионами, существование которых было предсказано с помощью концепции электроотрицательностей.

Монография С. С. Бацанова рассчитана на научных работников, аспирантов и студентов старших курсов, специализирующихся в области физической и неорганической химии, кристаллографии и минералогии.

Заявки присылать по адресу: Новосибирск, Советская, 20, комн. 401.

ОПЕЧАТКИ

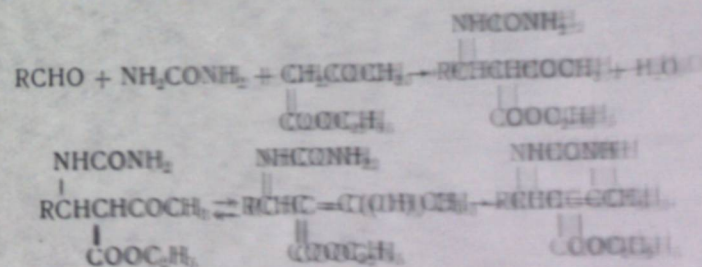
| Страница | Строка | Напечатано | Следует читать |
|----------|---------------------|---|---|
| 3 | 26 снизу | институт физики | Институт физики |
| 3 | 9 | Академия наук | Академии наук |
| 5 | 23 сверху | является | являются |
| 44 | 4 сверху, в формуле | $\int_{\rho_A}^{\rho_B} \frac{\Omega_A \cdot t \cdot s' d \Omega_A \cdot b \tau}{2 \Omega_A \Delta t}$ | $\int_{\rho_A}^{\rho_B} \frac{\Omega_A \cdot t \cdot s' d \Omega_A \cdot d \tau}{2 \Omega_A \Delta t}$ |
| 53 | В формуле (15) | $\frac{(1 + \operatorname{th} \frac{\sigma}{2} \cdot \operatorname{th} g \nu)^2 \operatorname{ch} g \nu - 1}{Z_c \operatorname{sh} g \nu}$ | $\frac{(1 + \operatorname{th} \frac{\sigma}{2} \cdot \operatorname{th} g \nu) \operatorname{ch}^2 g \nu - 1}{Z_c \operatorname{sh} g \nu}$ |
| 67 | 6, 7 сверху | $\text{Hg}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 X_2$ $\text{Hg}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 X_4$ и $\text{Hg}_2\text{CO}_3 X_2 \text{Hg}_2\text{CO}_3 X_4$ | $\text{Hg}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 X_2$ $\text{Hg}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 X_4$ и $\text{Hg}_2\text{CO}_3 X_2 \text{Hg}_2\text{CO}_3 X_4$ |
| 116 | Табл. 4, в головке | <i>M. vinderana</i> | <i>M. binderana</i> |

К журналу «Известия СО АН СССР» № 10.

В номере 7 журнала «Известия СО АН СССР» за 1961 год обнаружены следующие опечатки:

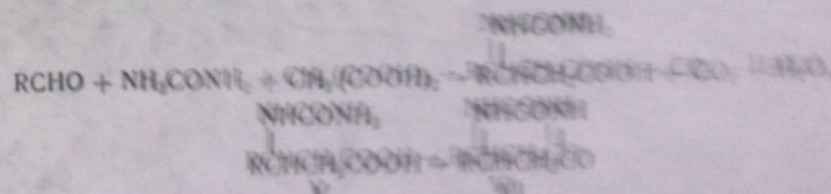
| Страница | Строка | Напечатано | Следует читать |
|----------|-----------|---|---|
| 72 | 10 сверху | алкил | алкил |
| 74 | 8 сверху | β -фенил- β -теоурейдопропионовая | β -фенил- β -теоурейдопропионовая |
| 76 | 21 сверху | 33 | 23 |

Схемы 2 и 3 следует читать так:



где R = алкил или арил.

Схема 2



где VII, VIII R = C₆H₅; IX, X, XI R = CH₃; XII R = CH₂CH₃; XIII R = CH₂CH₂CH₃.

Схема 3

Цена 70 коп.