

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК
СССР

6

НОВОСИБИРСК

1960

ИЗВЕСТИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

6

ИЗДАТЕЛЬСТВО
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
АКАДЕМИИ НАУК СССР
1960

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА

Н. Н. Некрасов. Современное развитие и размещение производительных сил Сибири и Дальнего Востока — воплощение ленинских идей 3

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

А. И. Федулов, В. В. Каменский. О выборе параметров экскаваторного ковша с зубьями ударного действия 17
Ю. Т. Борщевский. Влияние спирального корпуса на работу колеса землесоса 30

ХИМИЯ

В. А. Михайлов, С. И. Дракин. О механизме сольватации ионов 44
Г. Н. Павлинова. Ускоренный метод определения сурьмы в присутствии мышьяка 53
В. К. Вальцев, Е. Д. Озидовичи. Распределение редкоземельных элементов при гидролизе сплавов их оксидов 59
И. В. Бутина, Р. М. Мухоморова. Методом высаливания 65

П-167/2 П-28447
1960 Известия Сибирского
№ 6 ОТД. АН СССР
7 р.

А. И. Сакс, Оскар 72
В. Г. Минаева. 86
В. Т. Потапов, Чика 91
Г. Ф. Мазепова. Байкал 103

И. И. Капралов, зажимания 116
М. П. Болштынский 118
М. Г. Еникеев, Ма 122

В. Д. Кудрявцев 124

А. Б. Гукасян. Селами сельских 127
С. А. Ильинская, тию со дн 128

П-28447

Н. Н. НЕКРАСОВ

СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ И РАЗМЕЩЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ СИБИРИ И ДАЛЬНОГО ВОСТОКА — ВОПЛОЩЕНИЕ ЛЕНИНСКИХ ИДЕЙ*

Великая цель построения коммунизма, за достижение которой борлись многие поколения передового человечества, — цель всей жизни В. И. Ленина — ныне блестяще осуществляется советским народом под руководством Коммунистической партии.

Ленинские идеи развития и размещения производительных сил Советского Союза нашли яркое воплощение в гигантском подъеме народного хозяйства нашей страны, его стремительных темпах и всестороннем экономическом и техническом развитии. Семилетний план развития народного хозяйства является конкретным воплощением ленинской генеральной линии партии на современном этапе. В этом плане особое место занимает развитие производительных сил восточных районов страны. Еще большее внимание развитию Востока страны, и в первую очередь Сибири и Дальнего Востока, несомненно, будет уделено в разрабатываемом в данное время перспективном плане развития народного хозяйства СССР на 15—20 лет, который, как отметил Н. С. Хрущев, должен стать главным стержнем нашей программы коммунистического строительства.

Еще в апреле 1918 г. В. И. Ленин поставил перед Академией наук основные задачи по изучению естественных производительных сил и сформулировал главное требование к рациональному размещению промышленности, которое заключается в близости сырья и наименьшей потере труда на всех стадиях его обработки вплоть до получения готового продукта. Это было принципиально новое положение, поскольку промышленные предприятия России размещались в районах наибольшей концентрации населения, а сырье и топливо зачастую доставлялись из-за границы.

В тот же период в работе «Очередные задачи Советской власти» Ленин развивает новые идеи о размещении советской промышленности с целью повышения производительности труда и вовлечения новых сырьевых и топливных ресурсов в сферу хозяйственной деятельности, в частности, угольных ресурсов Западной Сибири. Особое значение Ленин придавал проблемам новой техники разработки и использования природных ресурсов страны. «Разработка этих естественных богатств приемами новейшей техники, — предвидел В. И. Ленин, — даст основу невиданного прогресса производительных сил» (Соч., т. 27, стр. 228).

* Доклад, прочитанный в Новосибирске на Общем собрании Сибирского отделения АН СССР 5 апреля 1960 г.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. НЕКРАСОВ

П-28447

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Д-р хим. наук В. Т. Быков, член-корр. Т. Ф. Горбачев (зам. главного редактора), д-р физ.-мат. наук Л. В. Киренский, д-р техн. наук К. Н. Коржавин, канд. экон. наук В. А. Кротов, 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.

Применение новой техники требует производства большого количества электроэнергии в стране. Разработанный по инициативе Ленина план ГОЭЛРО — первый перспективный план развития народного хозяйства страны — ставил задачу значительного изменения в географии промышленности и приближения обрабатывающей промышленности к основным источникам сырья и топлива.

Эти идеи В. И. Ленина о развитии и размещении производительных сил проводились в жизнь на всех этапах индустриализации Советского Союза. На XXI съезде КПСС, в докладе Н. С. Хрущева, выдвинуты главные задачи рационального размещения народного хозяйства нашей страны на новом этапе, в условиях развернутого коммунистического строительства в текущем семилетии.

Развитие производительных сил Сибири и Дальнего Востока представляет, по существу, первоначальное, пионерное освоение новых обширных пространств нашей земли, превращение их в новые мощные индустриальные районы Советского Союза. Все, что сделано в Сибири и на Дальнем Востоке нашими предками, начиная с замечательных русских землепроходцев XVII—XVIII вв., явилось лишь самой начальной, трудной, а временами и героической в данных суровых природных условиях эпохой первичного освоения.

История индустриального развития Сибири и Дальнего Востока начинается с установления советской власти. Это, по существу, второе открытие новой Сибири. Только советская власть с ее гигантскими задачами коренного экономического переустройства нашей великой страны смогла в короткие сроки, исчисляемые немногими десятилетиями, создать на этих обширных пространствах современную промышленность и сельское хозяйство, построить новые города, изменить транспортные связи и тем самым подготовить индустриальный плацдарм для нового, еще более широкого освоения богатейших природных ресурсов восточных районов страны.

Народное хозяйство Сибири и Дальнего Востока растет исключительно быстро. Валовая продукция крупной промышленности Советского Союза в 1958 г. выросла по сравнению с 1913 г. в 53 раза, а по Западной Сибири — в 248 раз (по Новосибирской области — в 463 раза), по Восточной Сибири — в 75 раз, Дальнему Востоку — в 62 раза. Сибирь и Дальний Восток располагают, теперь главными отраслями современной индустрии — черной и цветной металлургией, машиностроением, химией и нефтепереработкой. Здесь добывается свыше 130 млн. т угля, или примерно $\frac{1}{3}$ общесоюзной добычи угля. Сельское хозяйство Сибири и Дальнего Востока успешно осваивает новые посевные площади, составлявшие в 1958 г. 30 млн. га (1913 г. — около 9 млн. га), свыше 15% общесоюзных посевных площадей. Главная житница Сибири — Западная Сибирь, — где валовой сбор зерновых культур достигает 15—18 млн. т в год.

Новый знаменательный этап в развитии Сибири и Дальнего Востока открывает семилетний план. XXI съездом Коммунистической партии поставлены обширные задачи индустриального развития Сибири. Формированно строятся новые мощные электростанции, металлургические, алюминиевые, нефтеперерабатывающие, лесохимические и машиностроительные предприятия. На Севере организуется один из крупнейших в мире центров по добыче алмазов. Масштабы освоения природных богатств Сибири и Дальнего Востока в этом семилетии настолько грандиозны, что не могут даже сравниваться с предшествующими периодами. Могучая, постоянно совершенствуемая техника нашей страны, выросшие кадры рабочих и специалистов, изумительные достижения совет-

ской науки позволяют теперь по-новому подойти к раскрытию и промышленному использованию богатейших природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока, которых мы еще по-настоящему и не знаем.

Сибирь и Дальний Восток имеют существенные особенности и отличия от экономических районов Европейской части Советского Союза. Наиболее важными из них следует считать: наличие огромной территории и слабую ее заселенность, суровые в ряде районов климатические и природные условия, высокую концентрацию природных ресурсов и их исключительное разнообразие, непосредственное соседство со странами социализма на Востоке, а также близость таких капиталистических стран, как США и Япония.

На долю Сибири и Дальнего Востока приходится 12,8 млн. км², или свыше 50% территории Советского Союза. По площади это больше территории США и стран Западной Европы вместе взятых. На этой обширной территории, по данным переписи 1959 г., проживает 23,5 млн. чел., или 11,3% населения СССР. Большая часть населения концентрируется в южной полосе — в Омской, Новосибирской, Кемеровской, Иркутской областях, Алтайском, Красноярском, Хабаровском и Приморском краях.

Суровые природные условия в северных, арктических широтах Сибири и Дальнего Востока осложняют жизнь и работу людей, а следовательно, требуют особого подхода к народнохозяйственному освоению ряда районов Сибири и Дальнего Востока, с учетом развертывания специальных научных исследований и применения современных технических достижений в строительстве, промышленности и на транспорте.

Характерной чертой известных в настоящее время природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока, является их весьма высокая концентрация. Это относится к основным видам минерального сырья — каменным и бурым углям, железным, алюминиевым рудам, ресурсам каменной соли и другим минеральным богатствам, к запасам леса в сибирской тайге и гидроэлектроэнергии в реках Сибири и Дальнего Востока. В докладе на VIII Всероссийском съезде Советов В. И. Ленин отмечал, что горные богатства Сибири представляются совершенно необъятными.

В Сибири сосредоточены главные запасы страны по каменному и бурому углю. Общие кондиционные потенциальные запасы каменных и бурых углей определяются по Советскому Союзу в 7,8 триллиона т, из них на долю Сибири и Дальнего Востока падает 7,1 триллиона т, или 91,1%. Даже по промышленной группе запасов углей удельный вес Сибири и Дальнего Востока составляет 43,5% (1958 г.) от общесоюзных; хотя многие угольные бассейны по-настоящему еще и не разведаны. Для сравнения можно отметить, что общие запасы угля в США (данные 1953 г.) определяются в 1,7 триллиона т, или в три раза меньше, чем в Сибири и на Дальнем Востоке.

В настоящее время полностью опровергнуто некогда существовавшее мнение о бедности Сибири железной рудой. В результате многолетнего изучения определилась целая система железорудных бассейнов и отдельных месторождений, протягивающихся на тысячи километров от Алтая до Тихого океана. Резко возросли запасы железных руд Алтае-Саянской рудной области, которые, очевидно, на протяжении многих лет будут основной сырьевой базой черной металлургии Западной Сибири. В последние годы открыт Колпашевский железорудный бассейн в Томской области, с огромными запасами пока еще труднообогатимых бурых железняков. В Красноярском крае вы-

явлен новый мощный Ангаро-Питский железорудный бассейн. Подготавливаются к промышленному использованию железорудные месторождения Ангаро-Илимского района. Открыты крупные месторождения железных руд в Забайкалье (Березовские, Железный кряж), южной Якутии (Алданский железорудный район), в бассейне Амура (Гарьское, Кимканское и другие месторождения). Только по Восточной Сибири перспективные запасы железных руд исчисляются в 13 млрд. т, из них на Ангаро-Питский бассейн приходится 5 млрд. т.

Второе столетие эксплуатируются всемирно известные золотоносные россыпи Сибири и Дальнего Востока. Новые открытия золотоносных россыпей, особенно на Чукотке, еще более повышают значимость этих районов в союзной золотопромышленности.

Издавна считалось, что промышленных месторождений алмазов в России нет и поиски их безнадежны. Открытие в Западной Якутии крупнейшей алмазодобывающей провинции явилось блестящим доказательством высокой полезности глубокого научного подхода к оценкам и переоценкам природных ресурсов и настойчивости в поисках нужного нам промышленного сырья. По богатству алмазами Сибирь ставится теперь в один ряд с богатейшими алмазодобывающими областями мира. Размещение мировых ресурсов алмазов резко изменилось в нашу пользу.

В Сибири известны огромные залежи каменной соли, обширные месторождения нефелинов, магнетитов, талька, известняков и многих других полезных ископаемых. Ангаро-Ленский соленосный бассейн по запасам соли и занимаемой площади представляет уникальное мировое месторождение. От северных предгорий Саян, проходя по всей территории Иркутской области, мощные пласты каменной соли уходят далеко на север, в Якутию. Площадь соленосной толщи определяется в 900 тыс. км², а запасы соли оцениваются в сотни миллиардов тонн. Практически это — неисчерпаемые запасы каменной соли, а следовательно, и сырьевых ресурсов для получения химических продуктов на базе хлористого натрия. В Ангаро-Ленском бассейне весьма вероятно нахождение промышленных источников калия, брома, йода и хлористого магния.

Более полувека велись в Сибири поиски нефти, но промышленных месторождений не было обнаружено. И только широко поставленные геологоразведочные работы последних лет неопровержимо установили наличие природного газа и нефти в недрах Сибири и Дальнего Востока. В низовьях Оби, в районе Березово, выявлено пять газовых месторождений, запасы которых оцениваются более чем в 20 млрд. м³. Открытие в 1956 г. Тас-Тумуского (Усть-Вилюйского) крупного газового месторождения по-новому освещает нефтегазодобывающую Лену-Вилюйской впадины. Перспективными являются Кузнецкая и Минусинская впадины, северные районы Томской области (Колпашево). Ведутся разведочные работы в кембрийских отложениях Иркутского амфитеатра, продолжаются исследования впадин байкальского типа. Большого внимания заслуживает изучение нефтегазодобывающей на Дальнем Востоке в пределах Амуро-Зейской и Уссурийской впадин, а также на северо-востоке страны в районах Камчатки, Анадырского залива и Пенжинской губы. Главгазом и Министерством геологии СССР прогнозные запасы природного газа оцениваются для Сибири в целом в 6,2 триллиона м³, или 32% всесоюзных ресурсов.

Современный этап в изучении нефтегазодобывающей Сибири и Дальнего Востока следует считать преддверием к открытию крупной промышленной нефтеносности этой обширной территории. Сибирь и Дальний Восток, несомненно, будут четвертой нефтегазовой базой Советско-

го Союза. Для успешного решения перспективного развития производительных сил Сибири и Дальнего Востока необходимо иметь несколько крупных нефтегазодобывающих бассейнов в южных районах Сибири и Дальнего Востока и Арктической зоне. Предпосылки к этому весьма благоприятны.

Крупнейшее всесоюзное значение представляют гидроэнергоресурсы Сибири и Дальнего Востока, использование которых даст возможность получать в огромных количествах самую дешевую электроэнергию в Советском Союзе. Потенциальные гидроэнергоресурсы СССР, по подсчетам Гидроэнергопроекта, составляют 340 млн. квт, или 3 триллиона квт-ч, из них 82,3% падает на Азиатскую часть страны. При этом гидроэнергоресурсы Сибири и Дальнего Востока составляют 68,6%. Главные водные артерии Сибири и Дальнего Востока — Обь и Иртыш, Енисей и Ангара, Лена и Амур, — обладая исключительной по мощности концентрацией гидроэнергоресурсов, позволяют совершенно по-новому решать технические и экономические проблемы энергетического строительства в нашей стране.

Щедрый дар природы, всемирно знаменитая сибирская тайга, представляет по своим лесным ресурсам крупнейшее национальное богатство Советского Союза. Запас государственного лесного фонда Сибири и Дальнего Востока составляет почти 60 млрд. м³ древесины — около 80% общесоюзного запаса. Покрытая лесом площадь в Сибири и на Дальнем Востоке превышает общую лесную площадь США более чем в два раза, Канады — в два раза. Только в Восточной Сибири находится почти половина лесных площадей СССР (48%) с преобладанием сосны, более чем три четверти (78%) лиственных лесов и более половины кедровых.

Приведенные примеры дают лишь самое поверхностное представление о колоссальных богатствах этой обширной территории, изучение которой, по существу, только начинается. Почти каждый год открываются новые крупные источники минерального сырья, происходит переоценка в большую сторону энергетических возможностей.

В. И. Ленин неоднократно указывал на исключительную роль производительных сил в общественном развитии и рассматривал их как высший критерий общественного прогресса. Развитие производительных сил органически связано с постоянным освоением новых природных ресурсов. «Дальнейшее развитие производительных сил, — отмечается в резолюции XX съезда КПСС, — требует вовлечения новых источников сырья, топлива, электроэнергии и, прежде всего, мобилизации огромных природных ресурсов восточных районов страны».

Перед нами стоит захватывающая по своему величию, грандиозности и новизне проблема индустриального освоения главных природных богатств Сибири и Дальнего Востока. Основными направлениями перспективного развития производительных сил Сибири и Дальнего Востока являются:

во-первых, создание уникальной по мощности, передовой по техническим решениям, высокоэффективной в экономическом отношении электроэнергетической базы всесоюзного значения;

во-вторых, рациональное развитие основных электромеханических производств и превращение Сибири и Дальнего Востока в главную базу страны по производству электромеханической и теплоемкой продукции;

в-третьих, создание третьей, а в дальнейшем и четвертой металлургических баз страны;

в-четвертых, конструирование и формирование крупнейших промышленных комплексов с новейшей специализацией и рациональным комбинированием отраслей производства.

Важнейшая задача современного народного хозяйства — ускоренное развитие энергетики, особенно электроэнергетики, определяющих в главнейшем общий технический и экономический уровень индустриального развития страны. По предварительным расчетам, для проведения в жизнь ленинской идеи сплошной электрификации СССР нам нужно поднять производство электроэнергии с 264 млрд. кВт-ч, выработанных в 1959 г., до 550 млрд. кВт-ч в 1965 г., 1500 млрд. кВт-ч в 1975 г. и до 2300 млрд. кВт-ч в 1980 г. В США в 1958 г. выработано электроэнергии 724 млрд. кВт-ч (отпуск с шин станций).

В Сибири и на Дальнем Востоке имеются наиболее благоприятные природные, технические и экономические условия для ускоренного строительства тепловых и гидроэлектростанций, которые будут давать огромным потоком самую дешевую электроэнергию в стране. В конце текущего семилетия, после ввода в действие строящихся электростанций, в Сибири будет производиться электроэнергия больше, чем в любой капиталистической стране Европы. По-видимому, недалеко то время, когда в Сибири и на Дальнем Востоке будет вырабатываться столько же электроэнергии, сколько в настоящее время получают в США.

Главной особенностью энергетических ресурсов этих районов является возможность создания высококонцентрированных единичных мощностей электростанций и весьма благоприятные технико-экономические показатели (небольшие удельные капиталовложения, низкая себестоимость).

Отработка наиболее дешевым открытым способом угольных ресурсов, находящихся в южной полосе Сибири и Дальнего Востока (часть углей Кузбасса, Канско-Ачинский, Иркутский бассейны и другие месторождения), определяет и себестоимость тепловой электроэнергии. При себестоимости канскоачинских углей около 5 руб. за тонну, или 10 руб. в пересчете на условное топливо на крупных угольных разрезах, электроэнергия на мощных тепловых станциях обойдется в 1,10—1,15 коп. кВт-ч при среднесоюзной себестоимости электроэнергии в настоящее время около 8 коп. за кВт-ч. Для строительства крупных тепловых электростанций в Сибири практически имеются неограниченные возможности. В Канско-Ачинском бассейне могут быть построены тепловые электростанции мощностью по 2,4 млн. кВт, оборудованные агрегатами по 300 и 600 тыс. кВт каждый. В этом семилетии войдут в эксплуатацию Томь-Усинская ГРЭС мощностью 1,3 млн. кВт и Беловская ГРЭС мощностью 1,2 млн. кВт в Кузбассе, Назаровская ГРЭС мощностью 1,4 млн. кВт на углях Канско-Ачинского бассейна, а также ряд других тепловых станций. Этим самым закладываются основные направления в широком использовании дешевых сибирских углей и в мощном развитии сибирской тепловой электроэнергетики.

Гидроэлектроэнергетика Сибири переживает в настоящее время исключительный подъем. Построены Новосибирская ГЭС на Оби мощностью 400 тыс. кВт, Иркутская ГЭС на Ангаре мощностью 660 тыс. кВт. Схема энергетического использования Ангары предусматривает сооружение гидроэлектростанций суммарной мощностью 12 млн. кВт, среднегодовой выработкой около 70 млрд. кВт-ч. Скоро закончится строительство Братской ГЭС с конечной проектной мощностью 4,5 млн. кВт с выработкой около 22 млрд. кВт-ч. Приступают к строительству Усть-Илимской ГЭС. На очереди Богучанская ГЭС — самая нижняя ступень Ангарского каскада.

Схема использования Енисея позволяет развернуть строительство крупнейших гидроэлектростанций с суммарной мощностью более 20 млн. кВт и выработкой свыше 130 млрд. кВт-ч в год. Строится самая крупная в мире Красноярская ГЭС конечной проектной мощностью 5 млн. кВт. В Саянах, в районе Джойского порога на Енисее, в нескольких десятках километров от Шушенского, где находился в ссылке В. И. Ленин, намечается строительство мощной гидроэлектростанции. Создание Саянского гидроузла будет замечательным памятником Великому Ленину от сибиряков-ленинцев.

Весьма значительны потенциальные гидроэнергоресурсы на реках бассейна Амура. По исследованиям Академии наук СССР и Академии наук КНР, среднегодовая мощность водотока на реках бассейна превышает 45 млн. кВт (400 млрд. кВт-ч потенциальной энергии в год). Наиболее крупные ГЭС на Амуре (Кузнецовская, или Сухотинская, Амазарская), Зее, Бурее дадут электроэнергию себестоимостью в пределах 0,5—1,2 коп. за кВт-ч при капиталовложениях на киловатт-час годовой выработки 30—50 коп. Регулирование рек бассейна Амура вызывается не только возможностью получить в больших количествах дешевую электроэнергию, необходимую для развития экономики Дальнего Востока в СССР и Северо-Востока КНР, это необходимо также для борьбы с часто повторяющимися наводнениями, приносящими чут ли не ежегодно неисчислимы бедствия советскому и китайскому населению, живущему на Амуре. Китайский народ именует Амур рекой «черного дракона» (Хэйлунцзян). Задача заключается в том, чтобы совместными усилиями советского и китайского народов обуздать реку «черного дракона» и превратить ее в реку «электрического дракона», помогающего осваивать природные богатства бассейна Амура.

В настоящее время изучаются реки Северо-Востока, что обещает значительный прирост гидроэнергоресурсов, особенно по бассейну Лены, где могут быть в дальнейшем созданы сверхвысокие электрические мощности.

Новые мощные сибирские тепловые и гидроэлектростанции будут соединены с промышленными комплексами и между собой линиями передачи высокого напряжения. На базе объединения Новосибирской, Кузбасской, Барнаульской, Томской, Красноярской и Иркутской энергосистем будет образована мощная энергосистема Центральной Сибири. Очевидно, в ближайшие годы будет разрешена проблема передачи электроэнергии постоянным током на расстояния в 2—3 тыс. км и далее, что позволит связать между собой отдаленные друг от друга энергосистемы и включить через Урал сибирскую электроэнергетику в объединенную энергосистему страны.

Мощный поток электроэнергии, вырабатываемый при весьма благоприятных для народного хозяйства технико-экономических показателях, позволяет в перспективе рассматривать Сибирь и отчасти Дальний Восток как главную производственную базу Советского Союза по электроемкой продукции. По масштабам производства электроемкой продукции, ее разнообразию и дешевизне Сибирь, несомненно, в короткий срок станет крупнейшим центром мирового значения.

Создание материально-технической базы коммунизма действительно требует организации массового выпуска новых промышленных материалов, отвечающих современным и будущим требованиям технического прогресса. В данное время и на обозримый для нас перспективный период три группы новых промышленных материалов имеют тенденцию наивысшего развития. Группа легких металлов и сплавов (алю-

миний, магний, титан) уже широко используется в массовом производстве. Алюминий производится в миллионах тонн ежегодно.

Не менее многочисленная группа редких металлов, сплавов и рассеянных элементов (цирконий, бериллий, литий и его изотопы, германий, кремний и др.), хотя и представляет малотоннажные отрасли производства, но ее применение в современной технике растет необычайно быстро. Малые количества производимых редких элементов, исключительная сложность технологии их производства, особенно в ультрачистом виде, оказывают огромное влияние на их ценностные показатели. Такие металлы и элементы ценятся несравнимо выше золота. Например, в США (1955 г.) цена 1 кг золота равнялась 1124 долларам, редкого элемента рения — 2 000 долларам, гафния — 22 000 долларам, а туллия (из группы редких элементов) — 300 000 долларам.

Наконец, третья, еще более широкая группа полимерных материалов, представлена разнообразными видами пластических масс, синтетического волокна и синтетического каучука. Принципиальное значение этой группы новых синтетических материалов определяется прежде всего возможностью резко изменить качественную характеристику материалов, применяемых в народном хозяйстве, неограниченно увеличить ресурсы сырья для производства товаров народного потребления. С появлением этих материалов резко изменяются структура и направления в потреблении дорогих и дефицитных цветных металлов.

Для производства этих новых промышленных материалов необходимы дешевая электроэнергия в больших количествах, сырьевые ресурсы, новая экономическая эффективная технология. Эти условия исключительно благоприятно сочетаются в Сибири и на Дальнем Востоке.

Характерной особенностью новых промышленных материалов является их высокая электроемкость. Для получения тонны синтетического каучука из ацетилена нужно затратить 15 тыс. кВт-ч электроэнергии, для получения тонны алюминия — 18—20 тыс. кВт-ч, лития — 66 тыс. кВт-ч. Несомненно, что большая часть дешевой сибирской электроэнергии пойдет на производство этих новых промышленных материалов. Здесь они могут производиться наиболее дешево и в масштабах, удовлетворяющих потребность по отдельным группам материалов всего Советского Союза.

Сырьевые ресурсы Сибири и Дальнего Востока в полной мере удовлетворяют любые масштабы производства почти всех известных в настоящее время промышленных материалов. Как известно, семилетним планом предусмотрено создание мощной алюминиевой промышленности в Красноярском крае на базе нефелинов. В Советском Союзе разработана экономически эффективная технология производства глинозема из нового вида сырья нефелинов, с попутным получением дешевого цемента и содопродуктов. На редкость благоприятное сочетание в пределах небольшой территории (радиус 200—300 км) сырьевых ресурсов, топлива и электроэнергии обеспечивает получение самого дешевого в стране Красноярского алюминия.

Саяны и Забайкалье, Якутия и Приморье, крайний Северо-Восток — все это районы концентрации сырья для производства новых ценных металлов и редких рассеянных элементов для народного хозяйства. Достаточно сказать, что вся территория Северо-Востока входит в состав исключительного обширного тихоокеанского металлогенического пояса. Оловянно-вольфрамовые, ртутные, редкометальные оруденения протягиваются на многие тысячи километров от Якутии, Магаданской области в низовья Амура, в Приморье и далее — на территорию Кореи

и КНР. Открываемые ежегодно новые месторождения ценных металлов как в тихоокеанском поясе, так и в Саянах обеспечивают Сибири и Дальнему Востоку мощную, постоянно растущую сырьевую базу производства новых ценных металлов и редких элементов в нужных для народного хозяйства масштабах.

Для получения синтетических материалов в Сибири и на Дальнем Востоке имеется практически неисчерпаемая сырьевая база. Вторичные продукты углехимии, в первую очередь, на базе коксующихся углей Кузбасса — нефтегазовое сырье нефтеперерабатывающих комбинатов, природные газы и лесохимия — могут дать разнообразные массовые полупродукты для синтеза полимерных материалов.

В этой связи особо следует подчеркнуть коренное изменение в направлении использования лесных ресурсов. Длительное время у нас отставала глубокая переработка древесины, лесозаготовки резко увеличивались, а вместе с ними росли и огромные массы неиспользуемых древесных отходов. Рациональное использование древесины настоятельно требует новой структуры ее потребления, организации производства из древесины большого ассортимента необходимой для народного хозяйства продукции.

Лесные ресурсы Сибири и Дальнего Востока должны максимально перерабатываться на высокотранспортабельные и нужные стране в больших количествах такие продукты, как бумага, картон, древесные плиты, фанера, вискозная целлюлоза, для получения высококачественного корда и др. На базе создания в лесных районах Сибири и Дальнего Востока крупных лесопромышленных комплексов возможна организация переработки древесины в этих районах по схеме полного комплексного использования сырья и отходов. Это совершенно по-новому ставит задачи развития лесоперерабатывающей промышленности и еще более увеличивает сырьевую базу сибирской химии.

Черная металлургия представляет одну из основ развития современной промышленности и технического вооружения всех отраслей народного хозяйства. В Казахстане и Сибири ныне создается третья мощная металлургическая база СССР, в ее состав войдут Карагандинский, Западно-Сибирский металлургические заводы, Тайшетский и расширяемый Кузнецкий металлургический комбинаты. Проектируемые мощности этих металлургических предприятий вместе составят свыше 20 млн. т чугуна в год. Черная металлургия Советского Союза на Востоке выходит, таким образом, на меридиан Байкала. В более отдаленной перспективе может быть поставлена задача создания четвертой, забайкальской, металлургической базы Советского Союза. Для решения этой задачи имеется теперь солидная рудная база и превосходные коксующиеся угли Южно-Якутского угольного бассейна. Здесь же может возникнуть новая в СССР отрасль — электрометаллургия. Создание крупного сибирского машиностроения, необходимого для индустриального развития Сибири и Дальнего Востока, таким образом, может полностью базироваться на сибирском металле.

Плановая социалистическая система предоставляет широкие возможности для нового подхода к индустриальному освоению новых экономических районов с высокой концентрацией природных ресурсов. В современных условиях и особенно для более отдаленного будущего достаточно выявления условий для размещения отдельных хотя бы крупных предприятий. Теперь на первый план выдвигается конструирование и формирование больших промышленных комплексов, захватывающих иногда весьма значительную территорию. Речь идет о создании новых крупных производственных баз со сложной и рациональной

специализацией и комбинированием в общем комплексе развития отдельных отраслей промышленного производства.

Сибирь и Дальний Восток стоят на пороге нового, невиданного еще в истории индустриализации подъема производительных сил. Здесь открывается широкое поле деятельности для глубокого научного подхода к конструированию и формированию целой системы крупнейших промышленных комплексов, взаимно связанных между собою и со всей экономической структурой страны. С этой точки зрения Сибирь и Дальний Восток можно разделить на три зоны: южные районы Сибири, южные районы Дальнего Востока, Северо-Восток (Арктическая зона).

Южные районы Сибири и Дальнего Востока, достигшие значительной степени экономического освоения, располагающие наибольшим населением и достаточно развитым сельским хозяйством, представляют наиболее благоприятные условия для создания системы промышленных комплексов.

С Запада на Восток размещаются крупнейшие промышленные комплексы с различной специализацией отраслей производства, тесно связанные между собою энергетической системой, транспортными условиями, производственным обменом. В Западной Сибири главные промышленные узлы — Барнаульский, Новосибирский, Кемеровский, Кузнецкий; в Восточной Сибири — Красноярский, Саянский, Нижне-Ангарский, Братско-Тайшетский, Иркутско-Черемховский, Селенгинский; на Дальнем Востоке — Верхнеамурский, Зейско-Свободненский, Благовещенский, Хабаровский, Комсомольский, Приморский.

Создание в южной полосе Сибири и Дальнего Востока системы промышленных комплексов, использующих наиболее полно и рационально природные сырьевые ресурсы, в корне изменит индустриальный облик этой обширной территории. Промышленная продукция, вырабатываемая здесь, будет самой дешевой в Советском Союзе. Обилие промышленной продукции в Сибири и на Дальнем Востоке позволит резко повысить наши экспортные фонды и этим самым по-новому определить экономическую роль советского Дальнего Востока.

Дальний Восток — это наш советский форпост в бассейне Тихого океана. С бассейном Тихого океана тесно связаны страны мировой системы социализма — Китайская Народная Республика, Корейская Народная Демократическая Республика и Демократическая Республика Вьетнам, с которыми у нас налажена широкая внешняя торговля. Открываются новые перспективы для развития торговых отношений с Индонезией. В непосредственной близости находится Япония, экономика которой в значительной мере зависит от ввоза железной руды и коксующихся углей, леса, лесной продукции и нефти. На другой стороне Тихого океана находится американский континент, с отдельными странами которого в последнее время также налаживается активный товарооборот.

«Потепление» в международной обстановке открывает большие перспективы для роста торговли Советского Союза со всеми странами мира. Сибирская промышленная продукция может найти широкий выход на мировой рынок через порты Дальнего Востока. Владивосток, которому в этом году исполняется сто лет, подобно Сан-Франциско, будет иметь важнейшее значение в морских торговых связях со странами бассейна Тихого океана.

Развитие производительных сил Северо-Востока имеет свою специфику и требует особого подхода. На этой обширной территории обладающей богатыми сырьевыми ресурсами, вследствие суровых природных условий нельзя создавать крупную перерабатывающую про-

мышленность. Здесь целесообразно ориентироваться преимущественно на «очаговое» развитие промышленности, преобладанием сырьевого направления, с последующей переработкой северного сырья в более южных районах Сибири и Дальнего Востока. На Енисейском Севере, в Якутской республике и Магаданской области главными полезными ископаемыми, добыча которых и дальше будет расти, являются: золото, алмазы, полиметаллы, олово, вольфрам, слюда, а в дальнейшем также нефть и природный газ. На Обском Севере для уральской промышленности большое значение имеет добыча березовского природного газа и разработка лесных массивов.

Для рационального построения экономики Северо-Востока необходимы два условия: развитие нормальных транспортных связей, создание и применение таких технических средств, которые наиболее отвечают специфическим природным условиям Севера.

Кардинальное решение проблемы транспортных связей представляет один из главных факторов мощного развития производительных сил Сибири и Дальнего Востока. В настоящее время хозяйственная жизнь Сибири и Дальнего Востока в основном сосредоточена в пределах 50—100 км от линии Сибирской железнодорожной магистрали. Южно-Сибирская (Магнитогорск — Павлодар — Барнаул — Сталинск — Абакан — Тайшет) и Средне-Сибирская (Кустанай — Калмык — Оби — Белово — Ачинск) дороги значительно улучшают транспортные связи, в основном Западной Сибири.

Целесообразно для Сибири сооружение Северо-Сибирской магистрали, которую можно начать предположительно в районе Надеждинска, затем она пойдет на Тобольск — Енисейск — Киренск с выходом на побережье Охотского моря, с дальнейшим ответвлением к побережью Берингова моря на востоке и по Лене, к побережью Ледовитого океана, на соединение с Северным морским путем. Этим самым полоса освоения территории южной Сибири и Дальнего Востока расширится на 300—500—700 км, резко изменятся экономические условия освоения природных богатств Севера, а Дальний Восток получит самые широкие транспортные связи с районами Сибири и Севера, Урала и Европейской части СССР. Перед Советским Союзом откроются «двери в Тихий океан» на всем побережье северного Дальнего Востока — от Владивостока, через Сахалин, Курильские острова, Камчатку до Берингова пролива, отделяющего Чукотку от Аляски.

Решающая роль в развитии производства принадлежит людям. «Первая производительная сила всего человечества, — указывал Ленин, — есть рабочий, трудящийся» (Соч., т. 29, стр. 334). Производительные силы Сибири и Дальнего Востока можно развертывать только в условиях дальнейшего роста населения в этих экономических районах страны. Высокая концентрация природных ресурсов, применение наиболее совершенной техники в их использовании, полная комплексная механизация и автоматизация производства, новые эффективные технологические процессы, рациональная организация системы промышленных комплексов — все это неизмеримо повысит производительность труда в Сибири и на Дальнем Востоке. Потребность в трудовых ресурсах, по сравнению с существующими в стране нормами потребности для выработки единицы промышленной продукции, здесь будет значительно меньше. И все же, по мере индустриализации Сибири и Дальнего Востока, приток населения будет значительно возрастать, особенно за счет высококвалифицированных молодых кадров.

Дальнейшая индустриализация и возникновение в Сибири новых городов повысят требования к сибирскому сельскому хозяйству. Первоочередное освоение зон с лучшими климатическими и природными условиями создает благоприятную обстановку для дальнейшего быстрого роста населения. Таких зон много в Сибири. Например, в совхозах Партизанского района Приморского края сев зерновых культур начинается в конце марта, в одно время с Северным Кавказом. Западная Сибирь и в будущем сохранит свое значение как житница Советского Союза и как район развитого молочно-мясного животноводства. Зерновое хозяйство получит еще большее развитие в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке.

Крупный очаг производства сои образуется на Дальнем Востоке. Увеличивается удельный вес этих районов в посевах сахарной свеклы. Завезенная еще в прошлом веке из Украины и Молдавии сибирская кукуруза «Минусинка», или «Сибирячка», хорошо здесь акклиматизировалась и дает высокие урожаи, резко отличаясь своей исключительной скороспелостью. Дальний Восток является одной из главных баз Советского Союза по рыбной промышленности. Примерно $\frac{1}{3}$ добычи рыбы в стране падает на районы Тихоокеанского побережья.

Таким образом, сельскохозяйственное освоение Сибири и Дальнего Востока позволит в полной мере обеспечить население сельскохозяйственной продукцией не только в ближайшее время, но и в будущем.

Говоря о развитии производительных сил Сибири и Дальнего Востока, нужно сказать и о взаимодействии человека и природы, о разумном использовании природных богатств и природных условий. Это особенно важно подчеркнуть в начальный период новой эпохи дальнейшего подъема производительных сил Сибири и Дальнего Востока: Все природные ресурсы являются звеньями одной цепи и нарушение связей в природном комплексе может привести к глубоким, а иногда и необратимым, вредным для человека, для его хозяйственной деятельности изменениям в природе. Особенно это относится к лесу, воде и воздуху.

В. И. Ленин любил природу, уделял большое внимание вопросам охраны природы нашей страны. Им подписаны первые декреты Советской власти по сохранению лесов, фауны, созданию заповедников, охране памятников природы.

Особое значение имеет проблема бережного отношения к «зеленому морю» Сибири — к всемирно известной сибирской тайге. Мудрость индусских лесоводов заключена в формулировке: «лес — это вода, вода — урожай, урожай — жизнь». Лес представляет собой основной компонент единого природного комплекса, регулирует климат, защищает почвы и воды, имеет огромное санитарное значение для воздушных бассейнов. Если рубить на Севере с трудом и весьма длительное время растущие притундровые лесные массивы, тундра будет наступать на нас. Нерациональные рубки леса в южных районах Забайкалья и Бурятии открывают доступ пескам Монголии на плодородные земли, резко ухудшают речные системы. Лесные пожары, вредные насекомые и болезни леса сильно уменьшают наши лесные богатства Сибири и Дальнего Востока. Необходимы решительные меры по рациональному использованию лесных ресурсов, серьезные научные исследования по сохранению, восстановлению лесов в ряде районов, повышению их качества. Особую заботу следует проявить к сохранению знаменитых сибирских кедровых лесов, корейского кедра и кедрового стланика на Дальнем Востоке. Нужно создать в Сибири и на Даль-

нем Востоке вблизи городов и промышленных центров большие природные парки, особенно на Алтае, Байкале, в Приморье. Система заповедников и заказников будет иметь большое научное и практическое значение. Сибирская научная общественность должна взять на себя шефство над этим большим и важным для всей страны делом.

В развитии производительных сил Сибири и Дальнего Востока ныне происходят глубокие сдвиги. С замечательным советским размахом, с применением первоклассной техники вскрываются и ставятся на службу народу богатейшие кладовые природы. В решении народно-хозяйственных проблем Сибири и Дальнего Востока особенно велика роль науки.

В. И. Ленин рассматривал науку как одно из решающих средств создания материально-технической базы социализма и коммунизма. Без науки, без высшей техники, указывал Ленин, жизнь коммунистического общества построить нельзя. Наука, открывающая все новые и новые природные силы и средства их использования, непрерывно изменяет производственные процессы. Тем самым наука становится органической частью и непременным условием современного производства.

Дальнейшее развитие производительных сил Сибири и Дальнего Востока настоятельно требует расширения минерально-сырьевой базы. В природных ресурсах Сибири весьма серьезно ощущается отсутствие крупных промышленных месторождений нефти, фосфоритов, калийных солей. «Белые пятна» неизученных территорий, а их еще очень много в Сибири и на дальнем Востоке, очевидно, таят в своих недрах скрытые пока от нас минеральные ресурсы. Наши познания о сибирских и дальневосточных морях и океанах, их ресурсах ничтожно малы.

Принцип массового производства промышленной продукции, специфика сибирского сырья, требования к максимально полному извлечению всего комплекса полезных веществ настоятельно требуют новых научных технологических решений с высокой экономической эффективностью. Рациональное решение задачи использования многих миллионов тонн золы на тепловых электростанциях, полное использование древесных отходов, экономичное решение технических вопросов очистки сточных вод и воздушных бассейнов в зонах новых промышленных комплексов и многие другие проблемы массовой переработки промышленного сырья требуют настойчивых научных поисков.

По мере накопления наших знаний о природных условиях и ресурсах Сибири и Дальнего Востока, по мере решения проблем возможного их использования совершенно необходимым становится научное обобщение и синтез наших познаний, определяющих пути развития производительных сил. Это, в первую очередь, требуется для планирования и организации нашей экономики. Наши государственные планы разрабатываются на длительную перспективу 15—20 лет. Перед нами стоит большая задача объединения усилий всех отраслей науки для создания научно обоснованных гипотез развития производительных сил Сибири и Дальнего Востока на длительный период — порядка нескольких десятилетий.

В нашем социалистическом плановом государстве, строящем коммунизм, научным работникам нужно уже теперь обобщить имеющиеся данные и предвидеть пути развития производительных сил, экономические перспективы, с которыми наша великая Родина подойдет к третьему тысячелетию.

Ленинские идеи развития и правильного размещения производи-

тельных сил в Советском Союзе — основного критерия общественного прогресса — в полной мере воплощены в практику стремительного индустриального развития нашей страны и определяют дальнейшие перспективы создания материально-технической базы коммунизма. Сибирь и Дальний Восток занимают исключительное место в коммунистическом строительстве нашей Родины.

СОПС АН СССР

Поступила в редакцию
7/IV 1960

А. И. ФЕДУЛОВ, В. В. КАМЕНСКИЙ

О ВЫБОРЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКСКАВАТОРНОГО КОВША С ЗУБЬЯМИ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

Мерзлый грунт по прочности значительно крепче талого, причем сопротивление его раздавливанию может достигать 200 кг/см^2 . Естественно, что землеройные машины, рассчитанные на работу по талым, хотя и тяжелым грунтам, оказываются непригодными для работы на мерзлых грунтах.

С целью использования стандартных экскавационных машин в практике зимних строительных работ широко применяются различные способы снижения прочности мерзлого грунта: рыхление, оттаивание и т. д.

Однако применение этих методов не дает эффективного и универсального способа разработки мерзлых грунтов и приводит к значительному снижению производительности экскаватора. Так, по данным Н. Г. Домбровского, среднемесячная выработка экскаваторов в зимний период по отношению к выработке за летний период составляет всего 55—60%.

Аналогичная картина наблюдается при работе экскаваторов на крепких углях и слабых горных породах.

В связи с этим возникла мысль для производительного использования обычных экскаваторов при работе на мерзлом грунте, крепком угле и слабых горных породах, изменить принцип воздействия режущей кромки на мерзлый грунт, путем перехода от обычной режущей кромки ковша к кромке активного действия.

Одним из возможных вариантов рабочего органа активного действия может явиться ковш экскаватора, имеющий на своей передней кромке группу ударных инструментов, снабженных пиками (зубьями) соответствующей формы.

Следует отметить, что принцип разрушения горных пород, мерзлоты и угля группой ударных инструментов не нов и является исторически сложившимся методом, применяемым при разработке этих материалов.

Начиная с 1937 г., Г. В. Родионов, Ю. С. Верниковский и другие выдвигали различные предложения по использованию этого принципа при создании ковшей экскаваторов.

В 1945 г. В. Н. Липец заявил изобретение ковша экскаватора, отличающегося тем, что внутри зубьев его установлены отбойные молотки, например пневматические, с целью разработки твердой породы при одновременном захватывании ее ковшом.

В 1950 г. группой авторов в составе А. Н. Зеленина, Г. В. Родионова, Б. В. Судиншикова, Б. С. Тоньгина и В. Т. Федорова было получено авторское свидетельство на одноковшовый экскаватор с ковшом, снабженным вибрирующими зубьями, и с компрессорной установкой для подачи воздуха под давлением к зубьям ковша.

Созданием ковша с зубьями ударного действия в 1950—1954 гг. занимался ИГД АН СССР, где был изготовлен опытный образец подобной машины. Однако в конструкции ковша использовались стандартные молотки ОМСП-5, ударная мощность которых не позволила получить ожидаемых результатов, и испытания были прекращены.

Общим недостатком всех этих предложений и конструкций следует признать отсутствие достаточных научных обоснований для выбора основных параметров таких ковшей; а также их конструктивных форм.

Как показывает анализ, мерзлый грунт по физико-механическим свойствам в первом приближении сходен с углем и хрупкими горными породами.

Так, почти все горные породы представляют собой объединения минеральных частиц кристаллического строения, часто неправильной формы, сцементированных кремнистыми, известковистыми, железистыми и глинистыми материалами. В то же время мерзлый грунт по своей структуре можно рассматривать как четырехфазную систему, состоящую из твердых минеральных частиц, связующего вещества (льда), воды и воздуха. Физико-механические свойства грунта определяются в основном наличием минеральных частиц и льда, причем большое значение имеют такие показатели, как количество льда и его температура.

Для горных пород и мерзлых грунтов характерна анизотропия, нередко весьма сложного вида в пределах одного и того же массива. Кроме того, во всех этих породах имеют место трещины отдельностей и наложения различной формы и величины.

Для горных пород выявлена значительная разница величины сжатия и изгиба в условиях одноосного напряженного состояния для одних и тех же участков пород в зависимости от формы образца и условий нагружения. Слонность пород также дает различные значения прочности при сжатии и растяжении перпендикулярно или параллельно ей.

В результате изучения механических свойств мерзлых грунтов, в частности льда, известно, что:

а) величина временного сопротивления льда сжатию при одной и той же температуре значительно изменяется в зависимости от структуры льда;

б) величина временного сопротивления сжатию вдоль оси кристалла больше, чем при давлении перпендикулярно оси кристалла;

в) величина временного сопротивления сжатию уменьшается с увеличением скорости приложения сжимающей нагрузки.

Таким образом, и в поведении мерзлого грунта под нагрузкой наблюдается определенное подобие горным породам.

Некоторое сходство физико-механических свойств горных пород, углей и мерзлого грунта объясняется, очевидно, тем, что все они являются по характеру своей пластичности при определенных условиях телами хрупкими. Признание данного обстоятельства весьма важно, так как позволяет определить наиболее рациональный метод разрушения (или воздействия с целью разрушения) мерзлого грунта.

Действительно, практика изучения физико-механических свойств различных тел и их сопротивляемости нагрузке показывает, что в зависимости от их внутреннего трения и сцепления все тела могут быть подразделены на три большие группы: сыпучие, пластические и хрупкие. В соответствии с этим, методы разрушения или воздействия с целью разрушения на эти группы тел должны быть различными. Так, для сыпучих тел наиболее эффективным методом воздействия является вибрация; для пластических тел — так называемое «статическое» резание; для хрупких — ударное воздействие.

Определив таким образом границы применения различных методов разрушения, а также установив, что мерзлый грунт следует отнести к категории хрупких тел, нетрудно убедиться в эффективности применения для мерзлого грунта ударного разрушения.

Кроме того, применение ударного разрушения на хрупких телах, не обладающих достаточной пластичностью, благодаря практически мгновенному протеканию процесса перехода энергии в разрушаемое тело позволяет развить в момент удара на лезвии инструмента большие силы. Все это дает возможность получить на лезвии инструмента значительные мощности в единицу времени. При создании конструкций машин, осуществляющих высокопроизводительное разрушение мерзлого грунта, углей, горных пород, более удобное, производительное и легкое оборудование получается при ударном способе воздействия на разрушаемый материал. Отсюда ясно, насколько важно установить закономерности, связанные с ударным разрушением мерзлого грунта.

В связи с этим в Лаборатории механизации горных работ ИГД СО АН СССР с 1950 г. ведутся исследования различных способов разработки мерзлых грунтов [1—6]. Значительные работы в этом направлении были проведены ИГД АН СССР, основные результаты их сведены в статьях С. С. Музгина [7—10]. Изучением процесса ударного разрушения пород и углей занимался также Ленинградский горный институт [11—14].

Все эти материалы посвящены в основном двум вопросам одной проблемы. Часть из них

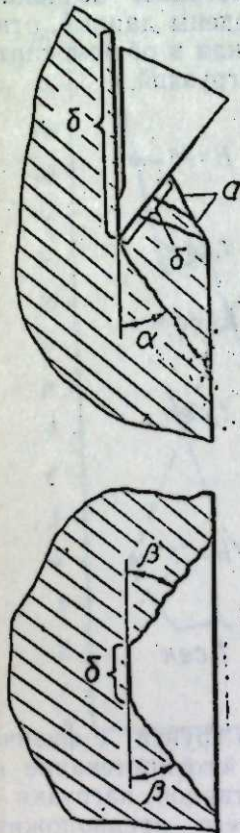


Рис. 1.



Рис. 2.

содержит результаты исследований физики процесса отделения стружки от массива ударной нагрузкой и анализ энергоемкости процесса разрушения. Ряд источников освещает возможные пути практического приложения полученных результатов и содержит некоторые конструктивные предложения.

Анализ имеющихся в нашем распоряжении материалов показывает определенную идентичность внешней картины при разрушении массива мерзлоты ударной и «статической» нагрузкой.

Исследования «статического» резания с различными углами резания и шириной при разной толщине стружки показали, что процесс разрушения мерзлого грунта сопровождается периодическим отделением элементов стружки, обладающих достаточно стабильной геометрической формой. Как при «статическом», так и при ударном разрушении после прохождения реза остается борозда трапецеидального сечения. Угол наклона боковых поверхностей борозды к плоскости резания (рис. 1, б), как показали наблюдения, зависит в основном от физико-механических свойств разрушаемого грунта. Вполне определенный угол скола имеют элементы стружки и в продольном сечении (рис. 1, а). Процесс образования стружки протекает периодически и перемежается по величине скальваемых элементов. После скола крупного элемента стружки происходит последовательное отделение более мелких, постепенно увеличивающихся элементов, вплоть до очередного крупного скола. Такой характер протекания процесса (рис. 2), зафиксированный на киноленте, хорошо согласуется с характером полученных динамограмм возникающих усилий резания P (рис. 3). На рис. 2 и 3 приведены данные, относящиеся к процессу «статического» скола. Аналогичная в общем картина наблюдалась и при сколах стружки ударной нагрузкой.

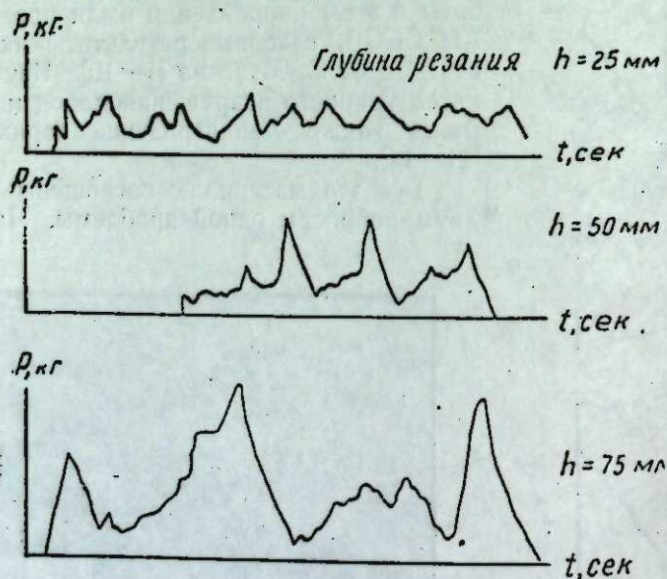


Рис. 3.

Процесс отделения элементов стружки мерзлого грунта с физической точки зрения представляется весьма сложным, его протекание не может быть отнесено к влиянию какой-либо элементарной нагрузки — сжатия, растяжения, сдвига и т. д. Вероятнее всего предположить сложное напряженное состояние, в отдельные этапы развития которого преобладают те или иные напряжения.

Исследования, проведенные Н. А. Цытовичем, показали, что под воздействием статических сил деформации мерзлых грунтов последовательно проходят через ряд стадий — упругую, пластическую и прогрессирующее течение. На длительность первой стадии, по данным Н. А. Цытовича, наряду с величиной нагрузки, дисперсностью грунта, в значительной мере влияет и температура грунта. Так, по данным Н. А. Цытовича, появление пластических деформаций мерзлого песка при температуре $-0,6^\circ\text{C}$ наступает при нагрузке в 1 кг/см^2 , при температуре от $-1,5^\circ$ до -2° — при нагрузке в 2 кг/см^2 и при температуре

-5° при нагрузке в 3 кг/см^2 . Повышение дисперсности грунта приводит к понижению температуры грунта, при которой появляются пластические деформации. Так, для мерзлых глин температура, при которой возникают пластические деформации от нагрузки в 1 кг/см^2 , снижается до $-1,5^\circ$.

Таким образом, понижение температуры грунта и повышение его дисперсности должны расширять область других деформаций.

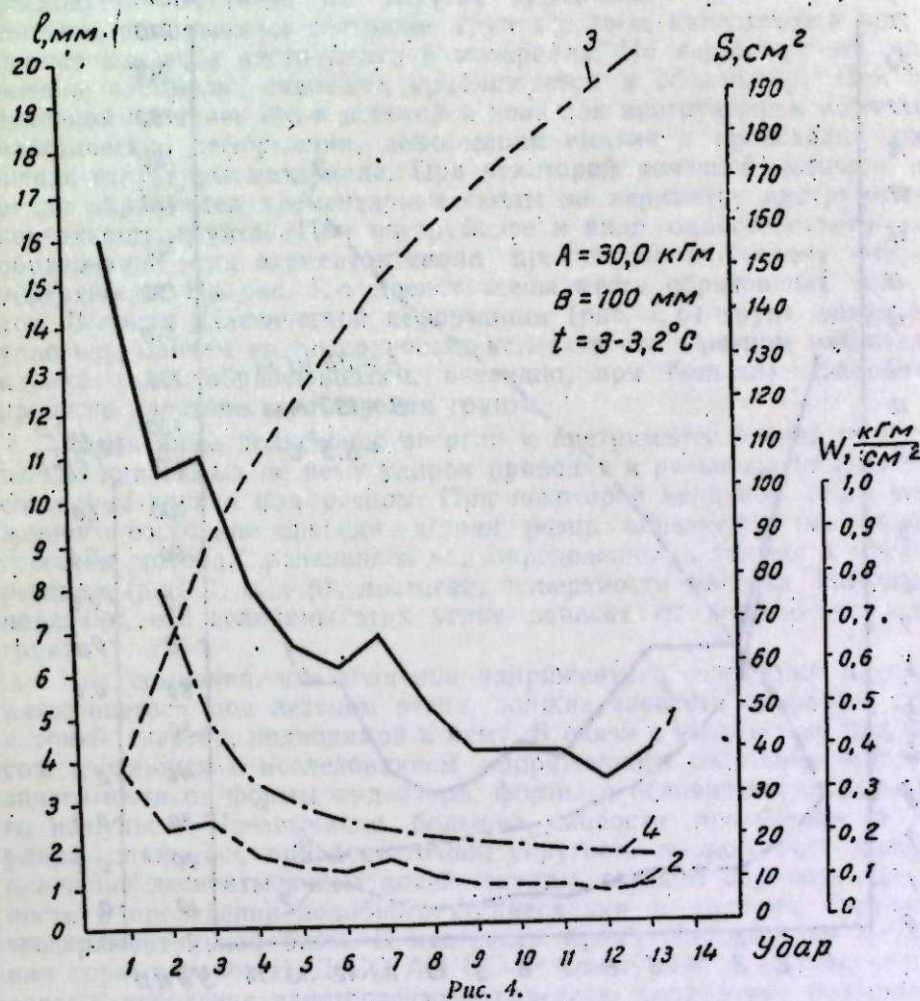


Рис. 4.

Аналогичная в общем картина наблюдается и при исследовании ударного разрушения мерзлых грунтов. В результате обработки полученных материалов было установлено, что понижение температуры грунта уменьшает внедрение инструмента l , особенно при первом ударе, при котором наиболее вероятно проявление упругих свойств разрушаемого материала. Это подтверждается данными, приведенными на рис. 4 и 5 (кривые 1), которые отражают изменение величины внедрения инструмента за один удар в процессе отделения одного элемента скола при последовательно наносимых ударах. Приведенные закономерности являются средними из ряда наблюдений и относятся к разрушению мерзлого песка инструментом шириной $B = 100 \text{ мм}$, энергией единичного удара $A = 30 \text{ кгм}$.

Полученных данных недостаточно для построения точных зависимостей, однако в первом приближении они дают верные результаты.

В процессе нанесения последовательных ударов по инструменту последний внедряется за один удар все меньше. Это объясняется, очевидно, с одной стороны, увеличением площади контакта инструмента с мерзлотой, а с другой стороны, увеличением сопротивления

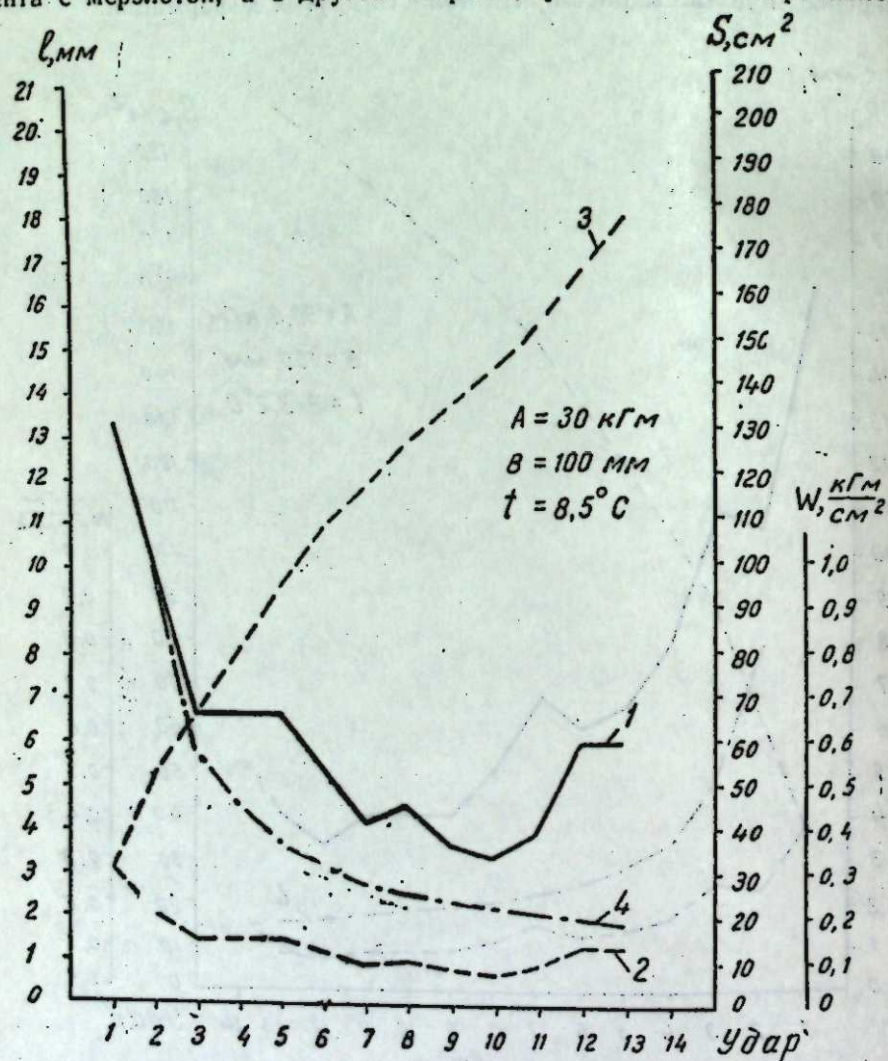


Рис. 5.

внедрению инструмента. Так, на рис. 4 и 5 закономерность, изображенная кривой 2, представляет собой величину вновь образующейся площади контакта инструмента с мерзлотой S , а кривая 3 — нарастание этой площади контакта в процессе внедрения реза в грунт. Считая, что за каждый удар по инструменту к нему подводится 30 кгм (что является весьма условным, так как при этом не учитывается отскок бойка), и относя эту энергию к площади контактов инструмента с грунтом, можно получить условную удельную энергию удара W в кгм/см^2 , закон изменения которой представлен на рис. 4 и 5 кривой 4. Сравнение этой кривой с кривой 1 показывает, что характер изменения их в общем аналогичен. Это позволяет сделать вывод, что глубина

внедрения инструмента при ударе зависит от величины ударной энергии, приходящейся на единицу поверхности контакта инструмента и грунта. Кроме того, сравнение кривых 4 на рис. 4 и 5 показывает, что с понижением температуры величина этой энергии возрастает.

Таким образом, при внедрении инструмента рядом последовательно наносимых ударов возможно предположить следующую картину протекания процесса. Энергия, подводимая к инструменту, при ударе расходуется частично на упругие деформации грунта и образует сложное напряженное состояние грунта в зоне, находящейся под площадью контакта инструмента и материала. По характеру это напряженное состояние, очевидно, приближается к объемному. При определенной величине его в некоторой зоне под инструментом начинаются пластические деформации, деформации смятия и происходит разрушение структуры материала. При некоторой конечной величине внедрения образуются элементарные сколы по периметру инструмента на поверхности грунта. При инструменте в виде одностороннего клина образование этих элементов скола происходит в сторону открытой поверхности. На рис. 1, а представлены места образования этих сколов. В зонах пластической деформации (рис. 1, б) грунт значительно уплотнен, причем на поверхностях контакта его с резцом наблюдается пленка льда, образующегося, очевидно, при больших давлениях в процессе пластического течения грунта.

Дальнейшее подведение энергии к инструменту в виде последовательно наносимых по нему ударов приводит к развитию напряженного состояния грунта под резцом. При некоторой величине этого напряженного состояния впереди лезвия реза образуется опережающая трещина, которая, развиваясь под определенными углами к плоскости резания (рис. 1, а и б), достигает поверхности массива. Наблюдения показали, что величины этих углов зависят от физических свойств грунта.

Вне сомнения, что величина напряженного состояния материала, находящегося под лезвием реза, должна зависеть от формы лезвия, а также энергии, подводимой к нему. В связи с этим встает ряд вопросов, связанных с исследованием напряженного состояния массива в зависимости от формы индентора, формы и величины прикладываемого импульса. Чрезвычайно большие скорости протекания процесса удара, длящегося при достаточной упругости исследуемого материала в течение десятитысячных долей секунды, создают определенные трудности в проведении подобного исследования и требуют специальной экспериментальной базы. В настоящее время Лаборатория механизации горных работ ИГД СО АН СССР приступила к выполнению этой задачи, используя электротензометрическую аппаратуру большой разрешающей способности, скоростную и сверхскоростную киносъемку в простом и поляризованном свете, уникальные стенды для исследования процессов ударного разрушения в широком диапазоне его параметров и т. д. Одновременно с этим начинается широкая программа исследований, связанных с определением рациональных параметров скола инструментами ударного действия. Все это, как представляется, позволит достаточно точно определить исходные данные для расчета и проектирования подобных устройств.

Наряду с этим в порядке подготовки к решению изложенных вопросов Лабораторией механизации исследовались некоторые параметры машин ударного действия для разрушения мерзлого грунта применительно к ковшам экскаваторов [3—6]. Результаты этих опытов, несмотря на их предварительный характер, позволили определить техни-

ческие параметры, необходимые для конструирования отбойных устройств к экскаваторному ковшу с зубьями ударного действия.

Для разгрузки напорного и подъемного механизмов экскаватора от чрезмерных усилий, возникающих в процессе разрушения мерзлоты, необходимо, чтобы скорость разрушения грунта зубьями ударного действия по своей величине была близка к скорости движения режущей кромки ковша, обеспечиваемой приводом машины. В связи с этим за основной параметр, подвергнутый исследованию, была принята глубина внедрения реза за один удар. В процессе опытов, поставленных на песко-цементных смесях и мерзлых грунтах, исследовалось влияние на эту величину энергии единичного удара, толщины стружки, формы инструмента.

Конструкция экспериментального оборудования в виде специальной трехкопровой установки, на которой проводились указанные опыты, к сожалению, не имела устройства, обеспечивающего прижим инструмента к грунту, что, несомненно, внесло определенные неточности в абсолютную величину внедрения инструмента за один удар. Так, исследования, проводившиеся под руководством О. Д. Алимова в Томском политехническом институте, выявили значительное влияние усилия подачи на эффективность ударно-поворотного бурения горных пород (увеличение скорости бурения в 2—3 раза). Аналогичные результаты получены и Б. З. Израелит (Харьковский горный институт). По данным последнего, при ударно-поворотном бурении гранита коронкой $\varnothing 40$ мм с энергией единичного удара 8,4 кгм без прижима внедрение от одного удара составляло 0,2 мм. При работе с нажатием в 1000 кг внедрение возросло до 1,8 мм за удар. В то же время статическое внедрение коронки с усилием в 1000 кг было незначительным.

Все эти данные позволяют утверждать, что величина прижима инструмента значительно влияет на процесс передачи энергии разрушаемому материалу. В связи с этим данные по внедрению инструмента за один удар, полученные без всякого прижима инструмента, являются, без сомнения, заниженными, хотя и отвечают общему характеру течения процесса. Следует заметить, что работы, проведенные Институтом горного дела АН СССР в Москве [7—9, 14], также страдают этим недостатком.

При выборе параметров машин ударного действия для экскаваторного ковша наряду с усилием прижима следует учитывать также эффект группового воздействия ударных зубьев на грунт.

Располагаясь рядом на передней кромке ковша, ударные зубья в процессе работы создают области напряженного состояния грунта; которые у соседних зубьев должны в известной степени перекрываться и тем самым облегчать отделение элементов стружки.

С учетом результатов проведенных экспериментов, а также изложенных выше соображений были сформулированы технические условия на проектирование ковша с зубьями ударного действия, которые содержат следующие основные моменты:

а) для обеспечения работы ковша экскаваторной машины со скоростью около 0,5 м/сек при высоте забоя 3—3,5 м и ширине ударного зуба 100 мм машины ударного действия должны обладать энергией единичного удара не менее 30 кгм и частотой порядка 1000 ударов в минуту;

б) включение молотков в работу должно осуществляться индивидуально для каждого при достижении определенной величины нажатия на инструмент; в связи с отсутствием точных данных о необходимых

величинах нажатия его размер был выбран по подъемному механизму экскаватора.

Эти выводы и явились отправным моментом при создании конструкции ковша с зубьями ударного действия.

Спроектированная по изложенным выше условиям машина ударного действия, выполненная в виде пневматического молотка с трехступенчатым золотниковым воздухораспределением, после стендовой доводки обладала энергией единичного удара в 32 кгм при 980 ударах в минуту и расходе воздуха 9,8 м³ в минуту.

Для выполнения второго требования, изложенного в технических условиях, в конструкции каждой машины ударного действия предусматривался специальный автомат пуска. В связи с этим машина ударного действия с автоматом пуска конструктивно была выполнена совместно с крепящими устройствами в виде отдельных для каждого зуба взаимозаменяемых монтажных блоков. Конструкция подобного блока представлена на рис. 6 и состоит в следующем.

В отсеке на передней стенке ковша за зубьями расположена машина ударного действия 1, боек 2, который через промежуточное тело 3, зажатое между двумя пружинами 4, 5 и перемещающееся в буксе 6, воздействует на хвостик зуба ударной действия 7. Пружина 4 слабее пружины 5, в связи с чем промежуточное тело находится в постоянном контакте с хвостиком зуба, что обеспечивает наиболее эффективную передачу удара от бойка на разрушаемый материал.

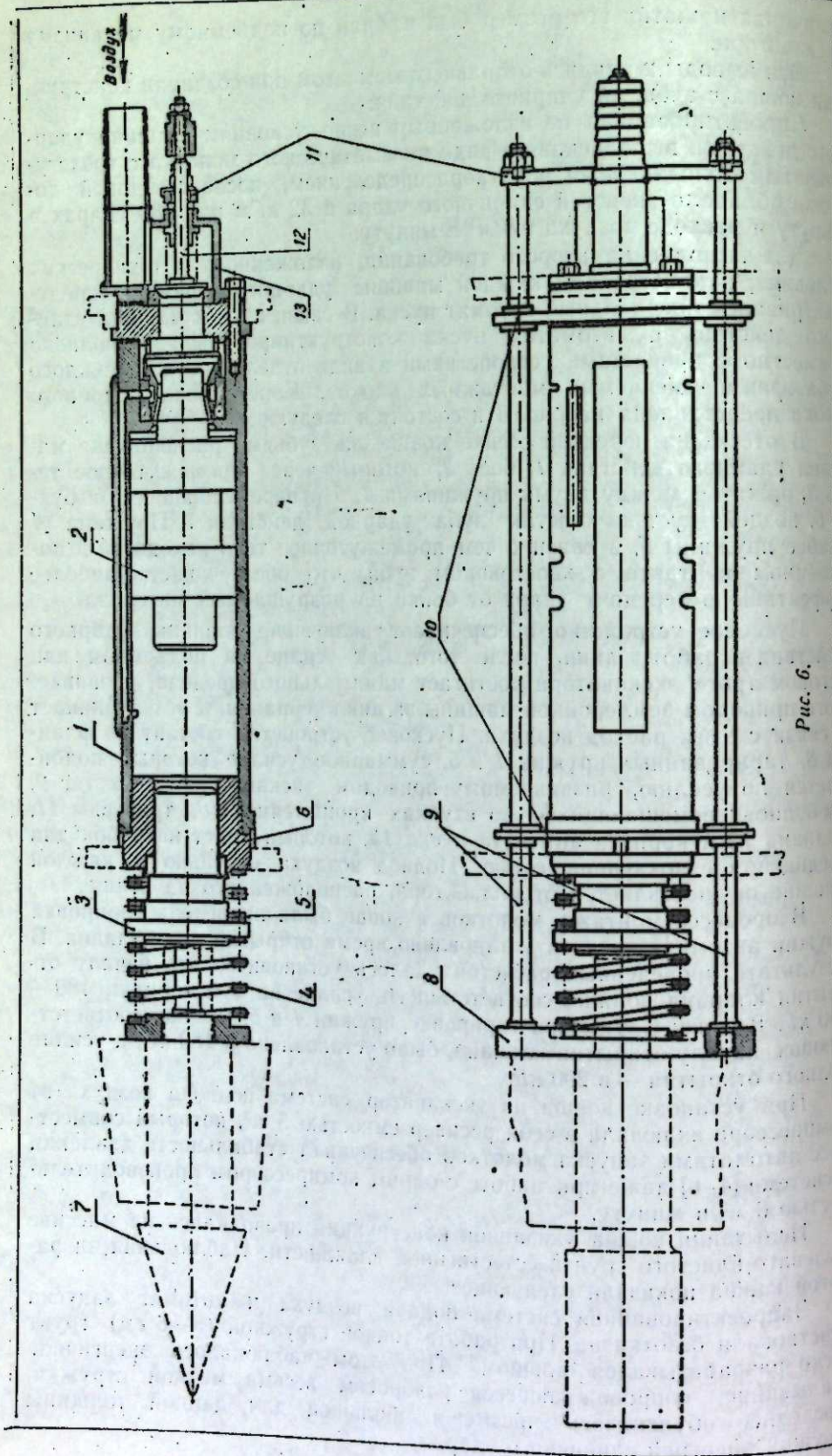
Пусковое устройство обеспечивает включение машины ударного действия в работу лишь после того, как усилие на подъемном или тяговом тросе экскаватора достигает минимального предела, развиваемого приводом землеройной машины за цикл черпания, и резко снижает в связи с этим расход воздуха. Пусковое устройство состоит из фланца 8, тарированных пружин 4 и 5, суммарное усилие которых подбирается по усилию, развиваемому приводом экскаватора, двух тяг 9, свободно перемещающихся во втулках кронштейнов 10, траверзы 11, клапана 12 и корпуса автомата пуска 13, который имеет патрубок для соединения с воздушной сетью. Подвод воздуха отдельно к каждой машине осуществляется от коллектора, расположенного на ковше.

В процессе монтажа молотков в ковш была проведена тарировка пружин автомата пуска и установлено время открытия его клапана. В результате проведенных расчетов удалось установить, что началу открытия клапана должно соответствовать усилие на зуб порядка 180—190 кг. В связи с этим при тарировке пружин 4 и 5, усилие, соответствующее началу открытия клапана, было установлено в 180 кг, а усилие полного открытия — в 200 кг.

При установке ковша на экскаватор система подвода воздуха от компрессора включала в себя ресивер емкостью 5 м³, который совместно с автоматами запуска молотков обеспечивал стабильность давления в системе [4, 6] даже при работе с одним компрессором производительностью 6 м³ в минуту.

Испытания ковша указанной конструкции проводились на массиве пылевато-илистого грунта естественной влажности. Наблюдения за работой ковша показали следующее:

Запроектированная система подачи воздуха и автомат запуска действовали безотказно. При работе тонкой стружкой (5—6 см) грунт легко разрабатывался ковшом. При этом наблюдалось энергичное скалывание, сопровождавшееся разбросом весьма мелкой стружки. Последнее объяснялось чрезмерно большой для данной толщины стружки энергией единичного удара.



Следует заметить, что принятая при проектировании ориентация на создание обратной лопаты, которая была вынужденной в связи с производственными возможностями, оказалась для опытного образца весьма неудачной. Как известно, схема запасовки каната у обратной лопаты такова, что в первую половину черпания угол между направлением тягового каната и осью зуба превышает 90° . В этих условиях зубья ковша действуют на грунт не режущей кромкой, а передней гранью. Благодаря этому силы, заглубляющие ковш, оказываются весьма незначительными или отсутствуют вовсе, в связи с чем ковш лишь царапает поверхность грунта с образованием мелкой стружки. Если же в начале черпания ковш заглублялся, то усилия, действующие на переднюю грань, оказывались настолько велики, что заклинивали зуб в его направляющих. Это в конечном итоге приводило к выключению молотка из работы.

При работе толстой стружкой в конце цикла черпания зубья энергично внедрялись в грунт. Однако, как показали наблюдения, их вылет относительно передней кромки ковша был недостаточен, в связи с чем очень часто зубья полностью уходили в грунт, не производя скола; при этом передняя кромка корпуса ковша упиралась в оставшиеся неразрушенными целики грунта, и молотки автоматически выключались. В таких случаях движение ковша прекращалось, несмотря на полное использование тягового усилия экскаватора (вплоть до обрыва тяговых канатов).

Ограниченные возможности по срокам испытания не позволили поставить более широкие эксперименты по исследованию работы ковша в производственных условиях. Тем не менее проведение такого эксперимента позволило прийти к ряду весьма важных заключений.

Опыты с достаточной достоверностью подтвердили принципиальную возможность создания рабочих органов с зубьями ударного действия для экскаваторных машин, работающих в условиях мерзлых грунтов и слабых горных пород.

Принятая система подачи воздуха через ресивер с применением индивидуального запуска при определенном усилии на зуб полностью оправдала себя и обеспечила экономный расход воздуха. Механическая часть ковша работала безотказно.

Наряду с этим опыты показали необходимость дальнейшего совершенствования передней кромки ковша, которая должна обеспечивать активный скол стружки по всей ширине ковша (правильный выбор расположения зубьев ударного действия и расстояния между ними). Зубья ударного действия, обладая подвижностью вдоль своей оси, должны сохранять ее при больших давлениях, развиваемых на зуб поперек его оси. В связи с этим конструкция зуба должна исключать возможность заклинивания его в направляющих траверсы ковша. Кроме того, практика испытаний показала, что в дальнейшем проектирование опытного образца ковша должно вестись в первую очередь применительно к оборудованию прямой лопаты.

Испытания показали также необходимость постановки дальнейших детальных исследований процессов разрушения и необходимость создания научных основ проектирования подобных конструкций.

Результаты исследований, как в производственных, так и в лабораторных условиях, позволяют наметить пути решения вопросов, связанных с созданием конструкций экскаваторных ковшей с зубьями ударного действия. При проектировании отдельных узлов в соответствии с имеющимся опытом применительно к оборудованию прямой лопаты целесообразно учесть следующее.

Передняя кромка ковша за счет расширения зубьев ударного действия и придания им трапециевидальной формы должна полностью исключать образование несколотых целиков мерзлоты в промежутках между зубьями. Ударные зубья в плане следует располагать ступенчато, обеспечивая работу крайних в условиях, приближающихся к так называемому полублокированному сколу, и тем самым облегчая их работу.

Каждый зуб должен быть посажен на катучую опору (роликовые подшипники), которая разгружает его хвостовик от заклинивания при больших усилиях, действующих на переднюю грань поперек оси зуба, а также исключает выворачивание его при неравномерности таких усилий вдоль передней кромки.

Пружины, определяющие момент запуска молотка в работу, следует перенести с хвостовика зуба на тяги, управляющие автоматом пуска, и заключить в стаканы, перемещающиеся в выточках траверзы ковша. Это позволит значительно сократить габариты установки по длине и расположить все ударное устройство на передней стенке, что более удобно. Кроме того, при такой конструкции обеспечиваются лучшие условия передачи удара от бойка к инструменту.

Ширину ударного зуба целесообразно увеличить, и в связи с этим энергию единичного удара машины ударного действия повысить до 45 кгм. Это возможно осуществить при незначительном увеличении ее длины, по сравнению с машиной в 32 кгм. Питание воздухом каждой машины рекомендуется осуществлять индивидуально от коллектора, расположенного в отсеке на передней стенке ковша. Подвод воздуха к коллектору, очевидно, наиболее удобно осуществить через задний усилительный пояс ковша, сделав его полым.

Детальная проработка изложенных конструктивных наметок, как представляется, может дать удовлетворяющее решение опытного образца ковша.

Институт горного дела
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию
7/ХІІ 1959

ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Федулов, Краткие результаты исследования процесса резания мерзлого грунта. Тр. Горно-геол. ин-та ЗСФАН СССР, вып. 14, 1954.
2. А. И. Федулов, К вопросу о выборе способа разработки мерзлых грунтов. Тр. Горно-геол. ин-та ЗСФАН СССР, вып. 16, 1956.
3. А. И. Федулов, П. А. Михирев, Исследование разрушения мерзлого грунта инструментом ударного действия. Тр. Горно-геол. ин-та ЗСФАН СССР, вып. 16, 1956.
4. Г. В. Родионов, А. И. Федулов, П. А. Михирев, Экскаваторный ковш активного действия. Тр. Горно-геол. ин-та ЗСФАН СССР, вып. 16, 1956.
5. А. И. Федулов, Создание экскаваторного ковша для разработки мерзлых грунтов. Колыма, № 1, 1956.
6. В. В. Каменский, К вопросу о разработке мерзлых грунтов ударом. Изв. СО АН СССР, № 4, 1958.
7. С. С. Музгин, О некоторых факторах, определяющих эффективность экскавации мерзлых грунтов ковшом с зубьями ударного действия. Изв. АН Каз. ССР, сер. горного дела, вып. 4, 1955.
8. С. С. Музгин, К теории разрушения мерзлых грунтов. Тр. ИГД АН Каз. ССР, т. 2, 1957.
9. С. С. Музгин, Разрушение мерзлых грунтов ударной нагрузкой. Тр. ИГД АН Каз. ССР, т. 3, 1958.
10. А. Н. Зеленый, Г. М. Веселов, А. П. Степанов, Разрушение мерзлых грунтов динамической нагрузкой. В кн. «Вопросы технологии добычи и обогащения полезных ископаемых». Изд. АН СССР, М., 1959.

11. В. И. Геронтьев, Предварительные результаты и основные направления теоретических и экспериментальных исследований разрушения углей ударной нагрузкой. Тр. совещ. по координации исслед. в области отделения от массива углей и пород, Углетехиздат, М., 1954.
12. В. И. Геронтьев, Я. Б. Кальницкий, В. С. Берсенев, Некоторые итоги исследования разрушения углей в массиве ударной нагрузкой. В кн. «Вопросы разрушения и давления горных пород», Углетехиздат, М., 1955.
13. А. А. Борисов, Разрушение углей и горных пород ударной нагрузкой. В кн. «Расчет, конструирование и испытание горных машин», вып. 2, Углетехиздат, 1955.
14. В. С. Тимофеев, Некоторые итоги исследования ударного скола горных пород. Транспортное строительство, № 5, 1957.

Ю. Т. БОРЩЕВСКИЙ

ВЛИЯНИЕ СПИРАЛЬНОГО КОРПУСА
НА РАБОТУ КОЛЕСА ЗЕМЛЕСОСА

Оптимальный к.п.д. лучших насосов, применяемых в народном хозяйстве, колеблется в пределах 85—93%. В то же время максимальное значение к.п.д. землесосов не превышает 76%.

Экспериментально установлено, что радиальные колеса насосов, по конструкции близкие к колесам землесосов, работающие в пространстве, не ограниченном корпусом, имеют гидравлический к.п.д. 93—95% [1—3].

Если общий к.п.д. лучших насосов близок по значению к гидравлическому к.п.д. «свободных» колес, то естественно предположить, что значение к.п.д. землесоса при прочих равных условиях зависит от влияния спирального корпуса, причем это влияние по тем или иным причинам не учитывается при существующих методах расчета.

Данная работа является продолжением начатого ранее [4] рассмотрения вопроса о влиянии спирального корпуса на работу колеса землесоса и ставит следующие задачи:

- 1) на основе гидродинамической теории решетки, обтекаемой вязкой жидкостью, дать количественную оценку влияния спирального корпуса на характеристику насоса $H = f(Q)$;
- 2) определить режим работы землесоса, при котором гидравлический к.п.д. имеет максимальное значение;
- 3) выявить степень влияния корпуса на всасывающую способность землесоса, которой определяется производительность по грунтозабору, особенно с больших глубин всасывания;
- 4) дать метод расчета землесосов (в том числе спиральных корпусов).

§ 1. Влияние начальной закрутки потока на работу круговых решеток различных геометрических параметров

Пусть в плоскости $W = x + iy$ имеется плоская круговая решетка из тонких спиральных отрезков с центром в начале координат, полученная конформным преобразованием внешности изолированного круга единичного радиуса (находящегося в системе вихресточников и вихресток на m -листной плоскости $U = \varepsilon + i\eta$), например, с помощью функции [1, 5]

$$W = \left[\frac{U_0 - U}{U_0 - 1} \right]^{\frac{1}{m}} \left[\frac{\bar{U}_0 - \bar{U}}{\bar{U}_0 - 1} \right]^{\frac{e^{2i}}{m}}, \quad (1.1)$$

где m — число профилей в решетке;

γ — угол между касательной к спиральному профилю и радиусом из центра решетки.

Помещенная в центре решетки W особенность преобразуется с помощью функции (1.1) в особенность того же рода, находящуюся в соответствующей центру решетки точке $U_0 = Re^{i\theta}$ (\bar{U}_0 — сопряженная точка).

Если в центре решетки W поместить вихрь I , то циркуляционному обтеканию решетки потоком, создаваемым вихрем I , в плоскости круга U соответствует комплексный потенциал течения (с точностью до постоянной) [6]:

$$f_I = -\frac{I}{2\pi im} \ln \frac{U_0 - U}{\bar{U}_0 - \bar{U}} + \frac{\Gamma_I}{2\pi i} \ln U. \quad (1.2)$$

На основании (1.2) можно показать, что интенсивность вихря Γ_I должна быть равна

$$\Gamma_I = \frac{C}{m} I, \quad (1.3)$$

$$C = \frac{2(1 - R \cos \delta)}{1 + R^2 - 2R \cos \delta},$$

где R и δ — параметры преобразования, значения которых в зависимости от параметров решетки W приведены в работе [4].

Вихрь Γ_I уменьшает циркуляцию решетки $\Gamma_{\text{реш}}$ на величину $\Delta \Gamma_1 = m \Gamma_I$ [4]. Однако по контуру, охватывающему решетку, общая циркуляция скорости равна сумме циркуляций скорости внутри области. Поэтому оказывается, что при наличии начальной закрутки поступающего в колесо потока общая циркуляция скорости за решеткой будет больше, чем в случае отсутствия закрутки

$$\Delta \Gamma_2 = I(1 - C), \quad (1.4)$$

где $\Delta \Gamma_2$ — приращение циркуляции скорости за решеткой.

При этом окружная составляющая скорости жидкости на некотором расстоянии ρ за решеткой увеличивается на величину

$$\Delta v = \frac{\Delta \Gamma_2}{2\pi \rho}. \quad (1.5)$$

Используя метод наложения потоков, нетрудно доказать, что скорости циркуляционного обтекания на профиле решетки W , вращающейся с постоянной угловой скоростью ω в потоке от вихресточника, на контуре круга U соответствует касательная скорость $v_t(\alpha)$:

$$v_t(\alpha) = v_\omega(\alpha) + v_Q(\alpha) - \frac{I}{\pi m} \left[\frac{1 - R \cos(\alpha - \delta)}{1 + R^2 - 2R \cos(\alpha - \delta)} - \frac{C}{2} \right], \quad (1.6)$$

где $v_\omega(\alpha)$ и $v_Q(\alpha)$ — составляющие скорости жидкости, обуславливаемые соответственно вращательным движением решетки и находящимся в центре решетки W источником Q , который определяет расход через решетку;

α — координатный угол в плоскости U .

Метод определения $v_\omega(\alpha)$ и $v_Q(\alpha)$ указан в работе [4].

С увеличением числа лопастей m и геометрического параметра решетки $P_W = \frac{r_2}{r_1}$ (где r_2 и r_1 соответственно внешний и внутренний радиусы решетки W), величина R стремится к единице. При этом стре-

мится к единице и величина C , а выражение в квадратных скобках правой части (1.6) стремится к нулю. На основании равенств (1.4) и (1.6) можно сделать вывод: при увеличении m и P_w общая циркуляция скорости за решеткой и величина скорости циркуляционного обтекания на профиле становятся менее зависимыми от интенсивности вихря начальной закрутки I .

Метод расчета решеток, составленных из профилей конечной толщины, с использованием результатов, полученных для решеток из тонких спиральных профилей, указан в работе [4].

§ 2. Гидродинамика круговой решетки, работающей в спиральном корпусе

Предположим, что решетка W работает в тесном спиральном корпусе [4].

При вращении круговой решетки абсолютный поток и в решетке и в непосредственной от нее близости зависит от времени, т. е. не является установившимся. Но так как циркуляция вокруг каждого профиля остается постоянной, то, согласно теореме Томпсона, поток является потенциальным. Вследствие этого для его исследования можно применить интеграл Коши.

Для двух цилиндрических сечений потока, взятых на некотором расстоянии от профилей внутри решетки W , на расстоянии ρ_1 от ее центра, и за решеткой, на расстоянии ρ_2 внутри корпуса, можно написать уравнение.

$$H_v + \frac{v_{rv}^2 + v_{tv}^2}{2g} + H_p = H_k + \frac{v_{rk}^2 + v_{tk}^2}{2g}, \quad (2.1)$$

где H_v и H_k — статический напор жидкости соответственно в сечениях на входе и за решеткой;

v_{rv} и v_{rk} — радиальные составляющие скорости жидкости в соответственных сечениях;

v_{tv} и v_{tk} — тангенциальные составляющие скорости жидкости в соответственных сечениях;

H_p — количество энергии, полученное жидкостью в решетке.

При радиальном входе жидкости на профили решетки величины, входящие в формулу (2.1), имеют значения:

$$v_{rv} = 0, \quad v_{tk} = \frac{\Gamma_{реш}}{2\pi\rho_2} \quad \text{и} \quad H_p = \frac{\omega \Gamma_{реш}}{2\pi g}; \quad (2.2)$$

где $\Gamma_{реш}$ — циркуляция свободной решетки при $I = 0$.

При наличии стеснения корпусом выходящего из колеса потока возникает вихрь I . Если будем считать, что он распространяется на весь объем жидкости, находящейся в корпусе, для этих величин получим выражения:

$$v_{rv} = \Delta v \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1}, \quad v_{tk} = \frac{\Gamma_{реш}}{2\pi\rho_2} + \Delta v \quad \text{и} \quad H_p = \frac{\omega(\Gamma_{реш} - CI)}{2\pi g}, \quad (2.3)$$

где Δv — величина добавочной скорости, вызванной стеснением потока корпусом [4].

На основании (2.1), составленных для случаев $I = 0$ и $I \neq 0$, найдем (считая в обоих уравнениях H_v и Q одинаковыми), что при наличии

I , создаваемого корпусом, статический напор жидкости в корпусе меньше, чем при $I = 0$, на величину.

$$\Delta H = - \frac{(\Delta v)^2}{g} \left[0,5 + \frac{\Gamma_{реш}}{I} + C \left(\frac{u_2}{\Delta v} \right) \left(\frac{\rho_2}{r_2} \right) \right], \quad (2.4)$$

где $u_2 = \omega r_2$ — окружная скорость внешнего обода решетки (колеса); $I = 2\pi\Delta v \cdot \rho_2$.

Известно, что в выходном патрубке корпуса землесоса часть скоростного напора преобразуется в статический.

Пусть приобретенная жидкостью в тесном корпусе скорость снижается в патрубке до значения $v = \frac{\Gamma_{реш}}{2\pi\rho_2}$. Тогда из уравнения Д. Бернулли, составленного для двух сечений, определяемого радиусом ρ_2 и выходного сечения патрубка, следует, что статический напор жидкости на выходе из патрубка возрастает вследствие трансформации скоростного напора на величину

$$\Delta H_1 = \frac{1}{2g} \left[(\Delta v)^2 + \Delta v \frac{\Gamma_{реш}}{\pi\rho_2} \right]. \quad (2.5)$$

Если примем за эталон свободный корпус, создающий условия работы решетки, близкие к условиям, существующим при работе решетки в «свободной» жидкости, то, складывая почленно уравнения (2.4) и (2.5), определим часть энергии, затрачиваемой жидкостью на создание вихря I , которая не может быть полезно использована, так как теряется безвозвратно:

$$H_n = \frac{C \cdot \Delta v u_2}{g} \cdot \frac{\rho_2}{r_2}. \quad (2.6)$$

Отсюда найдем теоретический к.п.д. спирального корпуса:

$$\eta_r = 1 - \frac{H_n}{H_T}, \quad (2.7)$$

где H_T — теоретический напор, развиваемый решеткой.

Из уравнения (2.7) следует, что теоретический к.п.д. корпуса падает с увеличением геометрического параметра колеса $P_w = \frac{r_2}{r_1}$, а также с увеличением стеснения потока (т. е. значения Δv).

Таким образом, создание осевого вихря в центре решетки при стеснении корпусом потока происходит за счет энергии, вышедшей из колеса жидкости.

§ 3. Зависимость влияния корпуса на работу колеса от конструктивных особенностей землесоса

По сравнению с обычными насосами консольного типа, землесосы имеют следующие конструктивные особенности:

1. Их колеса имеют постоянную ширину лопасти при ее измерении в направлении, перпендикулярном направлению движения потока в колесе.

2. Для колес землесосов характерно небольшое число лопастей, обычно четыре.

3. Углы между касательной к средней линии лопасти и окружностью на входе в колесо у землесосов принимаются из условия проходимости грунтовых кусков в пределах $\beta_1 = 26 \div 30^\circ$, по сравнению $18 \div 22^\circ$ у обычных насосов.

4. Расстояния между началом спирали корпуса (языком) и внешним ободом колеса у землесосов значительно больше, чем у обычных насосов, вследствие чего возможна круговая перекачка жидкости в корпусе и стеснение эффективного сечения канала.

При работе колеса землесоса с постоянной шириной лопасти b и колеса обычного насоса с переменной шириной лопасти, у которого $b_2 = b$ и $b_1 > b_2$ (b_1 и b_2 — ширина лопасти соответственно на входе и выходе из колеса), в одинаковых корпусах с шириной канала $b_k = b_2 = b$ при одинаковых r_1 , r_2 , β_1 и β_2 колесо землесоса будет развивать меньшие напоры H . На основании положений, высказанных акад. Г. Ф. Прокурором [5], нетрудно доказать, что колеса будут развивать одинаковый напор H при разных расходах, между которыми существует зависимость:

$$Q_{пл} = \frac{b}{b_2} Q_{пр} \quad (Q_{пл} < Q_{пр}), \quad (3.1)$$

где $Q_{пл}$ — расход через плоское колесо землесоса;
 $Q_{пр}$ — расход через колесо с переменной шириной лопасти;
 b_2 — ширина лопасти пространственного колеса на радиусе r_2 , равном

$$r_2 = r_1 \sqrt{\frac{r_1}{r_2}}. \quad (3.2)$$

Исходя из того, что вектор абсолютной скорости выходящего из колеса потока должен быть направлен по касательной к спиральной стенке корпуса, можно доказать, что ее контур при ширине канала, равной ширине лопасти на выходе потока из колеса, будет представлен уравнением:

$$r = r_2 \exp \frac{u_1^2}{gH} \operatorname{tg} \beta_1 \cdot \theta; \quad \left(\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{c_{r1}}{u_1} \right), \quad (3.3)$$

где r и θ — полярные координаты контура спиральной стенки корпуса;

$u_1 = \omega r_1$ — переносная скорость жидкости на входе в колесо;

c_{r1} — радиальная составляющая абсолютной скорости жидкости на входе в колесо;

g — ускорение силы тяжести.

Известно, что насосы имеют максимальный гидравлический к.п.д. при расходах, когда поступающий на лопасти колеса поток близок к безударному и β_1 равен углу лопасти на входе в колесо β_1 [1—3, 7]. Вследствие того, что землесосы имеют большие значения β_1 , безударные режимы имеют место при сравнительно больших расходах Q , чем у обычных насосов, что приводит к тому, что в области наиболее выгодных рабочих режимов землесосы развивают невысокие напоры H , значение которых входит в знаменатель показателя степени уравнения (3.3).

Учитывая, что с увеличением числа лопастей $m \rightarrow 1$, на основании равенств (1.6), (3.1) и (3.3) можно прийти к заключению, что:

а) спиральные корпуса землесосов, рассчитанные обычными методами на основе коэффициента быстроходности n_s [7—11], будут тесными;

б) коэффициент быстроходности колес с постоянной шириной лопасти выше, чем колес обычных насосов;

в) конструктивные особенности землесосов, обуславливаемые необходимостью перекачки пульпы, усиливают влияние корпуса на работу колеса.

§ 4. Сравнение теоретических и экспериментальных результатов

Экспериментальная установка изображена на рис. 1. Данные об экспериментальных корпусах приводятся в табл. 1. Корпусы как и рабочее колесо, были изготовлены из органического стекла. Для уменьшения размеров установки корпуса составлялись из 3—4 спиралей, примыкавших вплотную к колесу.

Таблица 1

№ корпуса	Расчетный коэффициент производительности $\lambda = \frac{Q}{nD_2^2 b}$	Теоретич. коэффициент напора $\psi = \frac{QH}{u_2^2}$	Расход, соответств. корпусу, в % от безударного Q_0	Показатель степени в (3.3) $\frac{u_1^2}{gH} \operatorname{tg} \beta_1$	Площадь выходного сечения корпуса, мм
1	0,985	0,49	60,75	0,2043	3 × (25 × 66)
2	1,155	0,47	70,25	0,249	3 × (25 × 85,5)
3	1,210	0,46	73,5	0,267	3 × (25 × 93,5)
4	1,293	0,448	78,5	0,293	4 × (25 × 72,5)
5	1,345	0,44	81,5	0,310	4 × (25 × 78,5)

Методика эксперимента была такой же, как и в работах [1—3]. Расход измерялся с помощью трубки Пито, установленной во всасывающей трубе; а все давления — с помощью водяных пьезоманометров, соединенных с точками измерения давления стальными трубками с внутренним диаметром 1,5 мм.

При эксперименте весь напор срабатывался во всасывающей трубе. Над колесом с корпусом, погруженными в бак, поддерживался уровень жидкости в пределах 40—150 мм. Установка работала при 189 об/мин.

Напор, развиваемый колесом, принят как разность давлений, замеренных в центре колеса перед лопатками и за колесом в 1,5 мм от обода, причем давление за колесом принималось средним из трех замеров, выполненных в одной секции корпуса.

Количество энергии, сообщаемой жидкости колесом, находилось по кривым распределения давления на лопасти, строившимся по двенадцати замерам для свободного колеса, с помощью формулы:

$$H_p = \frac{m u_2}{Q \gamma} \int_{r_1}^{r_2} \Delta P(r_l) r_l dr_l, \quad (4.1)$$

где $\Delta P(r_l)$ — разность давлений на профиле;
 r_l — текущий радиус;
 m — число лопастей колеса;
 γ — удельный вес жидкости.

Гидравлический к.п.д. колеса определялся по формуле

$$\eta_k = \frac{H_0}{H_p}, \quad (4.2)$$

где H_0 — опытное значение напора, развиваемого колесом;
 H_p — напор, вычисленный по формуле (4.1).

При работе колеса и в корпусе и в свободной жидкости вращающий момент на валу колеса примерно одинаков [2], поэтому при опреде-

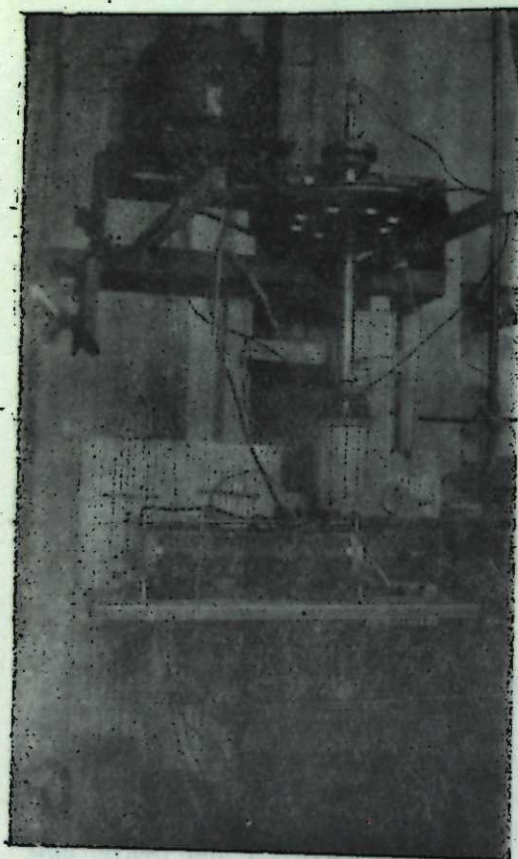


Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки.

ленин к.п.д. колеса, работающего в корпусе, использовались H_p , найденные по формуле (4.1). Точность отсчета уровней жидкости на пьезоманометрах ± 3 мм водяного столба. Как показывает анализ характеристик землесосов, широко применяемых в практике дноуглубления и гидротехнического строительства, у землесосов со спиральными корпусами и колесами, имеющими $P_w \geq 2,6$, гидравлический к.п.д. достигает максимального значения при коэффициенте производительности $\lambda = \frac{Q}{nD_2^2 b}$, равном $0,335 \div 0,425$. В результате оказывается, что при оптимальном режиме поток входит на лопасти землесоса с углом атаки $\alpha = 8^\circ - 12^\circ$. При таком режиме расход составляет в среднем около 60% расхода, при котором поток входит в колеса с нулевым углом атаки. Поэтому естественно ожидать, что в действительности влияние корпуса начинает сказываться именно с расхода, равного 60% наимыгоднейшего (т. е. безударного Q_0), и к.п.д. колеса при работе в корпусе достигает лишь значения, которое колесо имеет при работе в свободной жидкости при $Q = 0,6 Q_0$, так как до начала влияния корпуса условия работы колеса близки к условиям, существующим при отсутствии корпуса. При дальнейшем же увеличении расхода в корпусе к.п.д. не повышается, а, наоборот, падает за счет снижения к.п.д. корпуса η_r и возникновения отрывного обтекания лопастей колеса.

На рис. 2 представлены характеристики $H = f(Q)$, полученные при работе опытного колеса в свободной жидкости и в корпусе № 1, который создавал условия работы, близкие к действительным.

Как видно из приведенных результатов, высказанное предположение о том, что основной причиной низкого гидравлического к.п.д. землесосов является чрезвычайно тесный корпус, получаемый в результате обычных методов расчета, применяемых в насосостроении, вполне подтверждается опытом.

Рассмотрение кривых распределения коэффициента давления C_p (рис. 3, 4), равного

$$C_p = \frac{P - P_{вс}}{0,5 \rho \omega^2 r_2^2} \quad (4.3)$$

где ρ — массовая плотность жидкости;
 P — давление на лопасти колеса;
 $P_{вс}$ — суммарное давление во всасывающей патрубке;
 показывает, что теоретические кривые, рассчитанные по методу, приведенному в [4], удовлетворительно согласуются с экспериментальными лишь при режимах, когда влияние спирального корпуса на работу колеса незначительное (т. е. при достаточно свободных корпусах), и поток, входящий в колесо, близок к безударному.

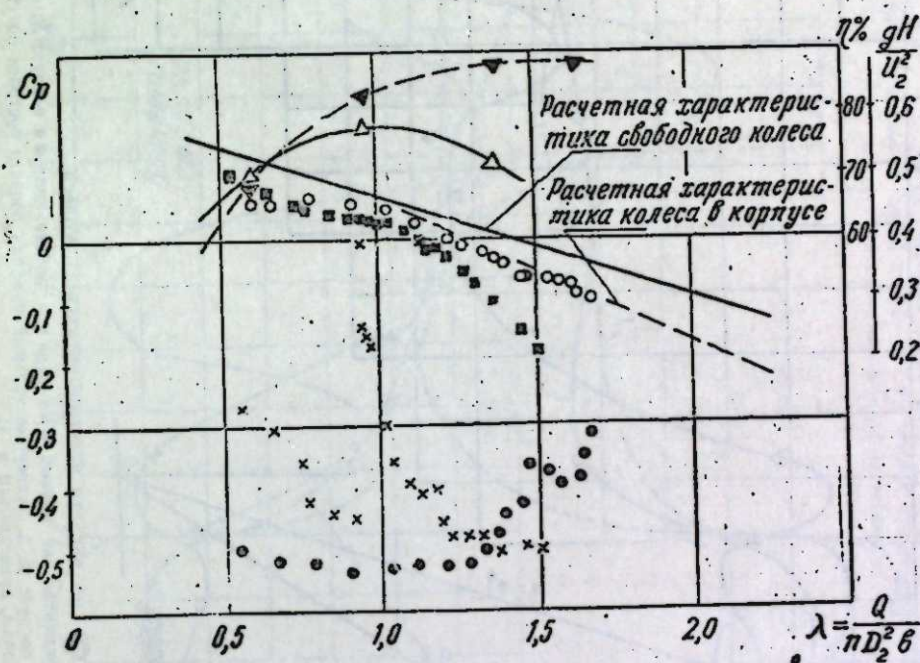


Рис. 2. Сравнение данных о работе экспериментального колеса в свободной жидкости и в корпусе.

× — опытные точки $C_p = C_{p \min}$ на лопасти при работе колеса в корпусе; ○ — значения $C_{p \min}$ при работе колеса в свободной жидкости; ■ — коэффициент напора $w = \frac{gH}{\omega^2 r_2^2}$ при работе колеса в корпусе; ○ — значения w для свободного колеса; ▼ — η_r свободного колеса; ▲ — η_r колеса в корпусе.

На рис. 3, 4 видно также, что наименьшие значения C_p на лопасти колеса находятся в тесной зависимости от величины сечений канала корпуса. Это свидетельствует о том, что всасывающая способность землесоса в значительной мере определяется конструкцией спирального корпуса.

Как показывают натурные испытания землесоса 120 УР-325 и экспериментальные данные других авторов [2, 12], получаемые по уравнениям (2.4) и (3.1), результаты согласуются с практическими данными для области безударных режимов также вполне удовлетворительно. Последнее позволяет сделать вывод, что расчет оптимального режима работы землесоса с достаточной степенью точности может быть выполнен на основе гидродинамической теории решеток, обтекаемых вязкой жидкостью.

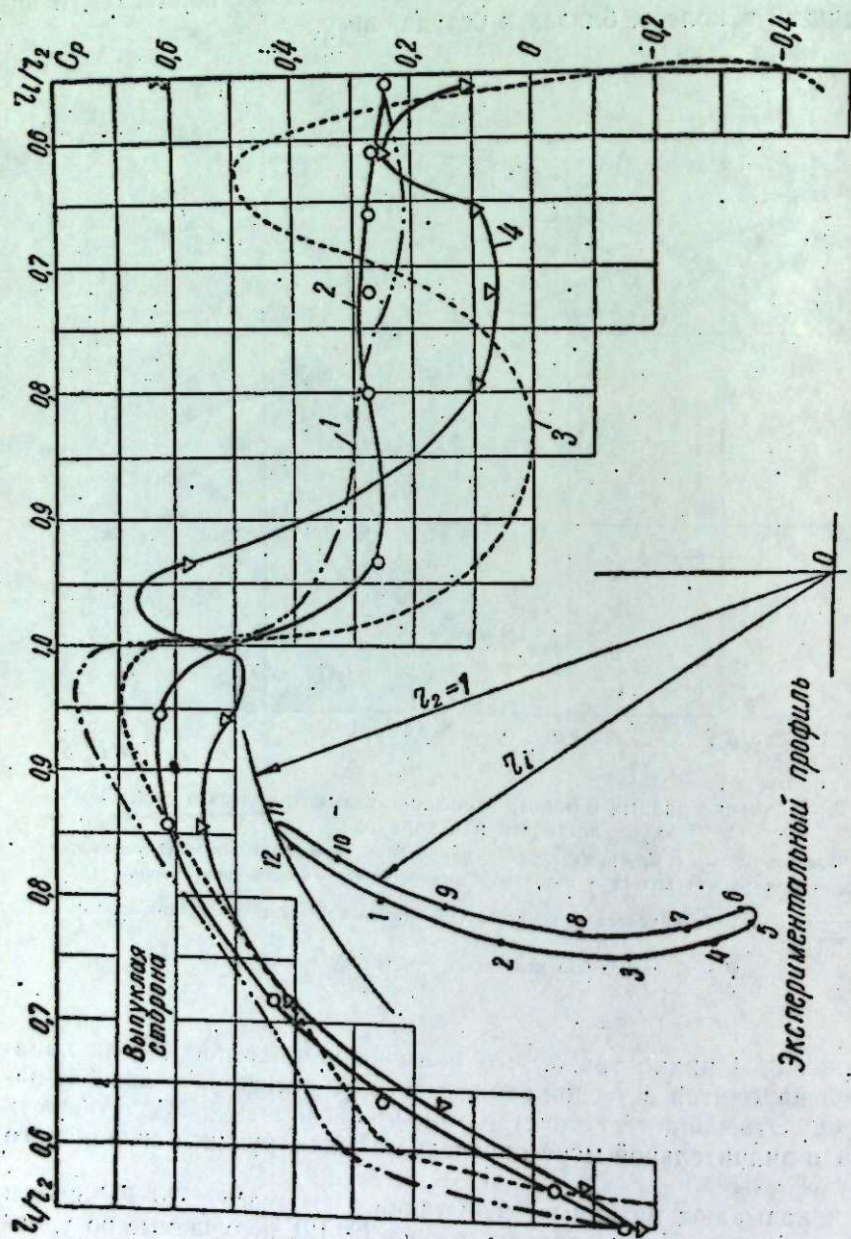


Рис. 3. Распределение C_p по лопасти экспериментального колеса.

1 и 2 — соответственно теоретическая и экспериментальная кривые $C_p \lambda = 1,38$ при работе колеса в корпусе № 4; 3 и 4 — соответствующие кривые при работе колеса в корпусе № 2. Экспериментальный профиль лопасти построен по 12 точкам методом, приведенным в [4].

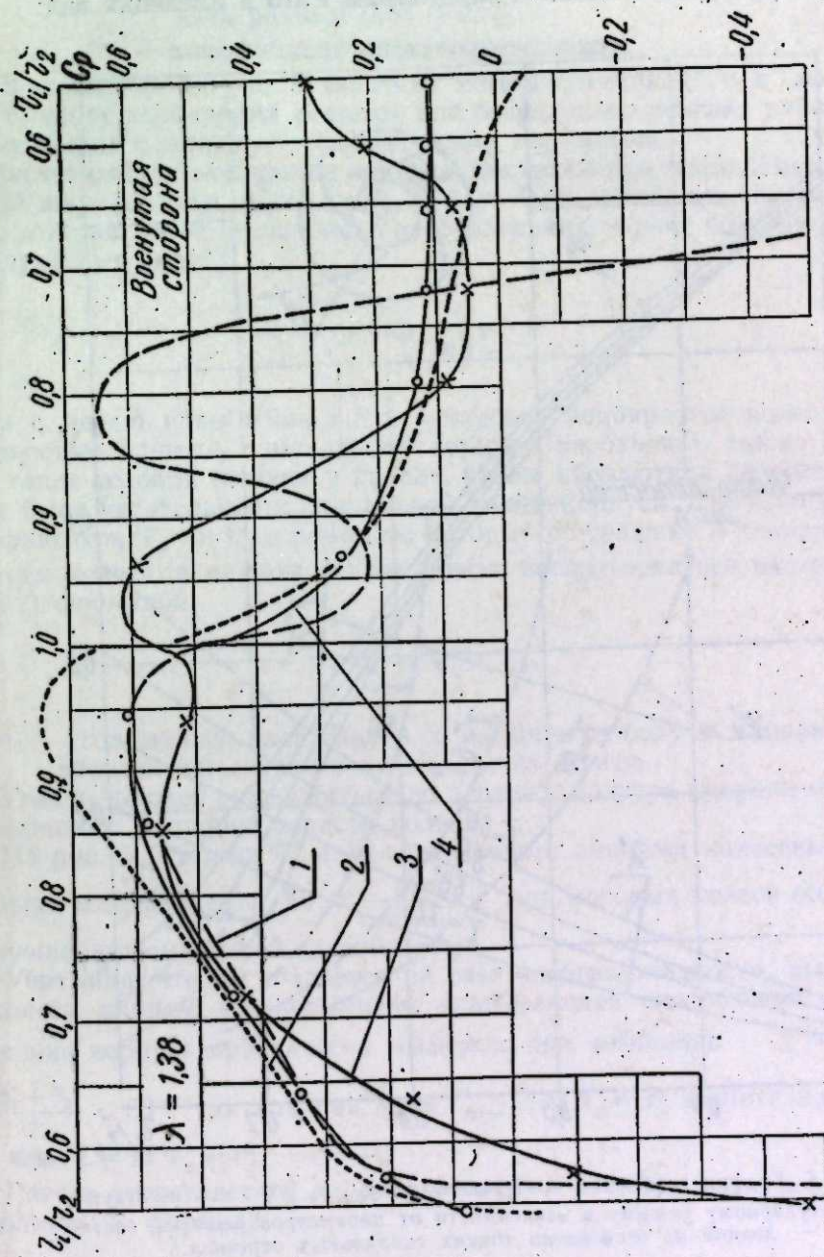


Рис. 4. Распределение C_p по лопасти экспериментального колеса.

1 и 3 — соответственно теоретическая и экспериментальная кривые $C_p \lambda = 1,38$ при работе колеса в корпусе № 1; 2 и 4 — соответствующие кривые при работе колеса в корпусе № 5.

§ 5. Расчет землесосов

Наивыгоднейшие параметры эквивалентного колеса, т. е. колеса с бесконечно тонкими спиральными профилями, от которого затем можно перейти к колесу с профилями конечной толщины [4], могут быть определены по графику 5 с помощью вычисленных для заданных H и Q параметров, структурно близких к параметрам Рато и имеющих вид:

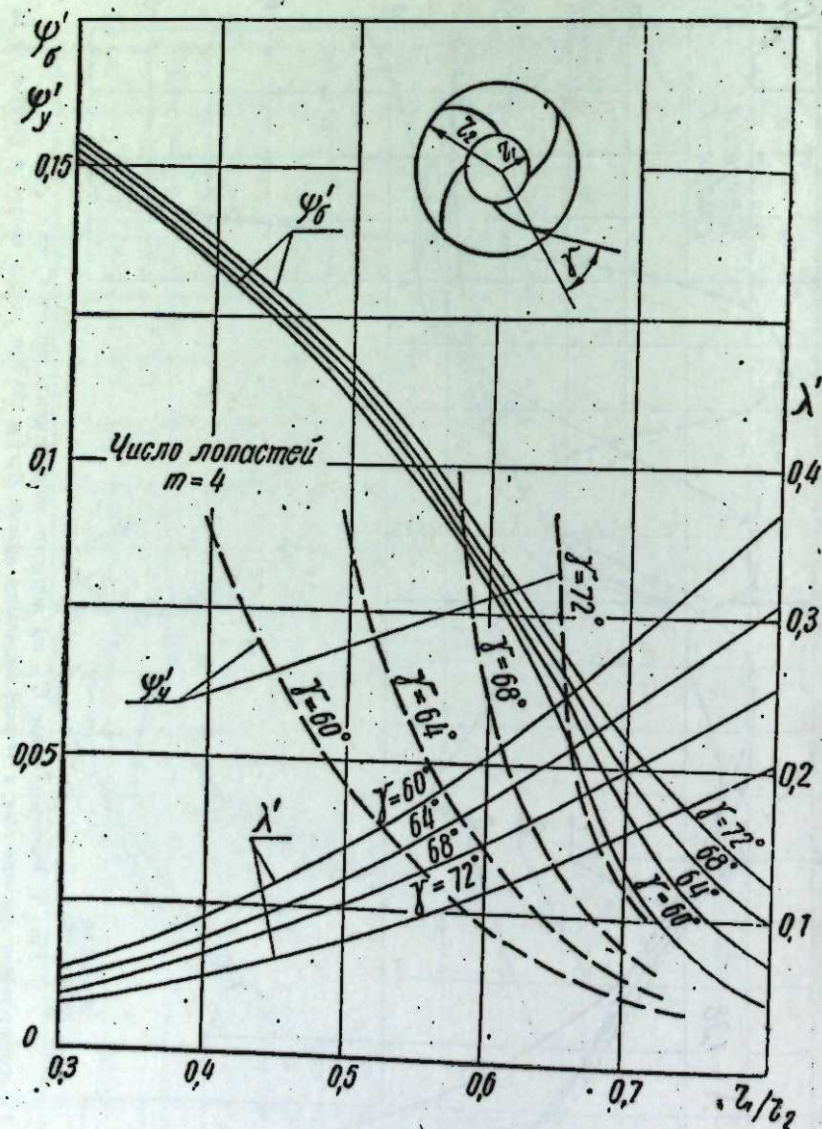


Рис. 5. График изменения коэффициентов ψ'_0 , ψ'_1 и λ' , соответствующих безударному режиму в зависимости от параметров решетки, составленной из бесконечно тонких спиральных отрезков.

$$\psi'_0 = \frac{gH}{m\omega^2 r_2^2 \eta_r}, \quad (5.1)$$

$$\lambda' = \frac{Q}{2\pi\omega r_2^2 b}$$

где $H_T = \frac{H}{\eta_r}$ — теоретический напор колеса при безударном режиме;
 ψ'_0 — коэффициент напора колеса, отнесенный к числу лопастей;
 η_r — гидравлический к.п.д. землесоса, который можно принять равным 0,85 - 0,88;
 λ' — коэффициент производительности.

Приведенные на рис. 5 значения коэффициентов ψ' и λ' вычислены с точки зрения теории решеток для безударного режима работы колес, имеющих различные геометрические параметры.

Расчет спиральной стенки корпуса землесоса при ширине канала b_k равной ширине лопасти колеса b , может быть выполнен по формуле (3.3), которая после несложных преобразований, может быть приведена к следующему виду:

$$r = r_2 \exp \frac{\lambda'}{m\psi'_0} \cdot \theta. \quad (5.2)$$

Когда с целью повышения к.п.д. землесоса подбирается колесо соответствующее данному спиральному корпусу, необходимо также обеспечить такие условия течения в канале, чтобы абсолютная скорость жидкости была касательной к спиральной стенке корпуса. Для определения коэффициентов ψ'_0 и λ' , с помощью которых по графику 5 находят параметры колеса, в данном случае можно воспользоваться вытекающей из (5.2) формулой:

$$\lambda' = m\psi'_0 \operatorname{tg} \alpha_2, \quad (5.3)$$

где α_2 — угол между касательной к внешнему ободу и направлением абсолютной скорости на выходе из колеса.

Угол α_2 должен определяться по чертежу контура спирали корпуса, приведенного к ширине лопасти колеса.

На рис. 5, помимо ψ'_0 и λ' , штриховыми линиями нанесены также значения коэффициента $\psi'_1 \approx \frac{\Delta v}{m\omega r_2}$, при которых колеса обладают наилучшей всасывающей способностью.

Учитывая, что Δv создается за счет энергии жидкости, вышедшей из колеса, найдем, что повышение всасывающей способности за счет стеснения корпуса практически возможно при значениях $\gamma = \frac{\pi}{2} - \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} \leq 60^\circ$, так как при этом $\Gamma_{\text{рем}} = m\psi'_0 \omega^2 r_2^2$ значительно больше, чем $I = m\psi'_1 \omega^2 r_2^2$.

Расчет теоретической характеристики $H = f(Q)$ землесоса можно выполнить по формуле:

$$H = \frac{m\omega^2 r_2^2}{g} \left(\psi'_{0r} - \frac{Q_p}{Q_r} \psi'_{0Q} \right), \quad (5.4)$$

где $Q_p = \frac{Q}{r_2^2 b}$ — расчетное значение расхода;

Q — расход через колесо рассчитываемого землесоса;

r_2 — внешний радиус колеса землесоса;

b — ширина лопасти колеса;

Ψ'_ω и Ψ'_Q — коэффициенты напора, определяемые с помощью графика 6;

$Q_2 = 3,4 \text{ ед}^3/\text{сек}$ — расход, на который рассчитаны кривые Ψ'_Q .

При построении теоретической характеристики $H = f(Q)$ в (5.4) необходимо принимать 2—3 произвольных значения Q_p . Если произойдет изменение формы сечения канала спирального корпуса, то при

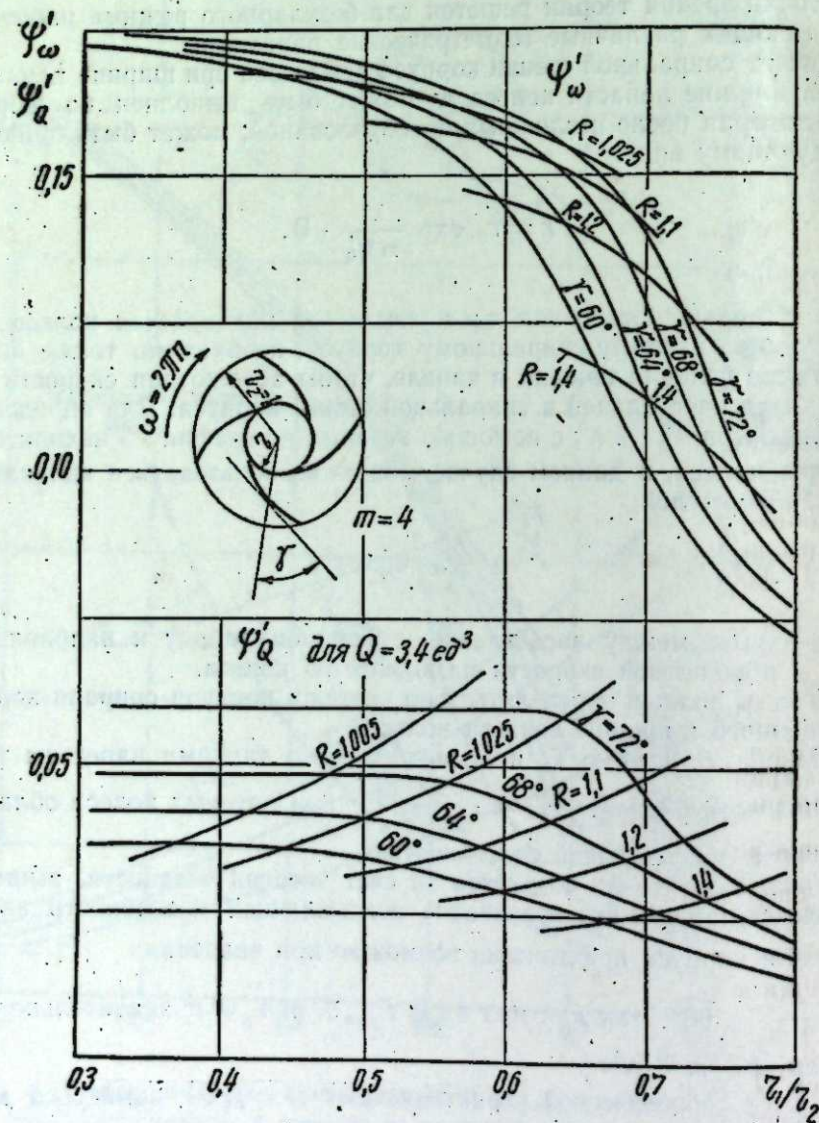


Рис. 6. Значения коэффициентов напора Ψ'_ω и Ψ'_Q для насосной решетки, составленной из бесконечно тонких спиральных профилей.

этом необходимо, чтобы соблюдалось равенство площадей сечений любой формы. Кроме того, для улучшения условий работы колеса в корпусе желательно расстояние между началом спирали (языком) и ободом колеса сохранять по возможности минимальным.

§ 6. Заключение

1. Основной причиной низкого гидравлического к.п.д. землесосов является влияние спирального корпуса, которое проявляется либо в результате недостаточного сечения канала, либо при цилиндрических корпусах из-за круговой перекачки значительного количества жидкости, вследствие чего сечение канала частично заполняется перекачиваемой жидкостью.

2. При работе колеса в корпусе его к.п.д. незначительно отличается от к.п.д. «свободного» колеса лишь при режимах, когда поток, входящий в колеса, близок к безударному.

3. Для области оптимальных режимов работы землесоса графоаналитические методы расчета, основанные на гидродинамической теории плоской круговой решетки, дают вполне удовлетворительные результаты.

Транспортно-энергетический институт
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию
18/1 1960

ЛИТЕРАТУРА

1. A. I. Acosta, An experimental and theoretical investigation of two-dimensional centrifugal-pump impellers. Tr. ASME, vol. 76, № 5, 1954.
2. R. D. Bowerman, A. I. Acosta. Effect of volute on performance of a centrifugal-pump impeller. Tr. ASME, vol. 79, № 5, 1957.
3. A. I. Acosta, R. D. Bowerman, An experimental study of centrifugal-pump impellers. Tr. ASME, vol. 79, № 8, 1957.
4. Ю. Т. Борщевский, О параметрическом методе расчета плоской круговой решетки. Изв. СО АН СССР, № 5, 1959.
5. Г. Ф. Проскура, Гидродинамика турбомашин. Машгиз, М., 1954.
6. Н. Е. Кочин, Гидродинамическая теория решеток. Гостехтеориздат, 1949.
7. А. А. Ломакин, Центробежные и пропеллерные насосы. Машгиз, М., 1950.
8. М. Д. Айзенштейн, Центробежные насосы для нефтяной промышленности. Гостоптехиздат, М., 1957.
9. И. М. Жумахов, Насосы, вентиляторы и компрессоры. Углетехиздат, М., 1958.
10. Б. М. Пеэзнер, Судовые центробежные и осевые насосы. Судпромгиз, Л., 1958.
11. C. Pfeleiderer, Die Kreiselpumpen für Flüssigkeiten und Gase. Berlin, 1955.
12. Ф. А. Богницкая, Исследование рабочих органов насосов для взвешенных частиц. Тр. ВИГМ, вып. XXIV. Машгиз, 1959.

№ 6

В. А. МИХАЙЛОВ, С. И. ДРАКИН

О МЕХАНИЗМЕ СОЛЬВАТАЦИИ ИОНОВ

Сольватация ионов, т. е. взаимодействие ионов растворенного вещества с растворителем, во многом определяет как свойства растворов электролитов, так и характерные особенности и самую возможность процесса растворения. В сущности, этот вопрос в теории растворов является одним из коренных. С термодинамической стороны сольватация ионов характеризуется энергией, энтропией и теплотой. В настоящее время невозможно определить экспериментально или энергию сольватации для одного какого-либо иона, однако из корреляции экспериментальных данных и из общих теоретических со-
ссылок следует, что теплоты сольватации изоэлектронных ионов Cs^+ и I^- если и не равны, то во всяком случае очень близки между собой [1—4]. К этому же выводу недавно пришел другим путем Н. А. Измайлов [5, 6], рассчитавший из электрохимических данных химические энергии сольватации индивидуальных ионов в воде, аммиаке, метиловом и этиловом спиртах и муравьиной кислоте.

Применяемый Н. А. Измайловым метод определения констант индивидуальных ионов основан на экстраполяции суммарных и разностных величин для пары ионов к $1/r = 0$ (r — радиус иона) и применялся ранее для той же цели Майером [см. 7], Фервеем [8] и Е. А. Каневским [9]. В основе этого расчета лежит предположение о равенстве нулю химической энергии сольватации гипотетического бесконечно большого иона. Это положение не является бесспорным, так как с ростом размера иона возрастает роль таких факторов, как поляризуемость иона и дисперсионное взаимодействие. Кроме того, метод приведет к другим результатам, если радиусы ионов в растворе будут отличаться от радиусов, применяемых Н. А. Измайловым. Несмотря на указанные обстоятельства, полученные Н. А. Измайловым значения энергий сольватации, вероятно, можно считать достаточно близким к истинным, по крайней мере для тех целей, в которых они будут здесь использоваться нами.

Таким образом, в настоящее время мы располагаем полученными одним и тем же приемом и поэтому сравнимыми между собой значениями химических энергий сольватации индивидуальных ионов в ряде весьма отличающихся друг от друга растворителей. В то же время физическую картину явления сольватации ионов нельзя считать вполне выясненной. В данной работе мы попытаемся дать краткое критическое рассмотрение исходных положений различных теоретических методов расчета энергий сольватации и сделать некоторые выводы о ее механизме.

Первая попытка теоретического расчета энергии сольватации ионов принадлежит Борну [10]. В основе его расчета лежит представление о растворителе как о непрерывной среде, характеризующейся только значением диэлектрической постоянной. Особенности электронного строения сольватируемого иона, строения молекул и структуры растворителя не учитываются. Взаимодействие иона с растворителем, с точки зрения этой

теории, уподобляется чисто электростатическому взаимодействию недеформируемого макроскопического заряженного шара с непрерывной поляризуемой средой. Несмотря на очевидную грубость такого подхода и отсутствие экспериментальных подтверждений, некоторые, преимущественно зарубежные, авторы до сих пор продолжают пользоваться различными модификациями этой теории [11, 12]. Фактически уравнением Борна сейчас можно пользоваться только для приближенного учета вторичной сольватации [13].

Вторая группа теорий сольватации основана на представлениях об ион-дипольных, т. е. также чисто электростатических, взаимодействиях. К этой группе относятся работы Бернала и Фаулера [14], Эли и Эванса [15], Фервея [8], К. П. Мищенко и А. М. Сухотина [16, 17] и ряд исследований других авторов. В этих теориях, как правило, учитываются структура и некоторые молекулярные характеристики растворителя (размеры и строение молекул, дипольный момент, распределение зарядов в молекуле, поляризуемость и др.). В расчеты входит также координаруемое число молекул воды. Электронная структура иона не учитывается, и, как и в теории Борна, сольватация ионов характеризуется только его зарядом и радиусом. Таким образом, как теория Борна, так и теория ион-дипольного взаимодействия являются чисто электростатическими, причем при рассмотрении энергетики взаимодействия иона и растворителя упор делается не столько на сольватируемый ион, сколько на растворитель. Индивидуальность иона при этом выпадает из рассмотрения, и все ионы выступают как качественно обезличенные сферические тела с некоторыми зарядами и радиусами. Теории, основанные на представлениях об ион-дипольном взаимодействии, обычно предлагаются лишь для расчета энергий гидратации ионов с электронной структурой атомов инертных газов.

Недостаточность рассмотренных методов в свете современных представлений об электронном строении атомов не нуждается в доказательствах, тем более что зависимость энергии сольватации от электронной структуры иона давно установлена экспериментально. Ограниченность применимости рассматриваемых теорий раскрывается при переходе к неводным растворителям. Так, К. П. Мищенко [16] указывает, что разработанный им приближенный метод не применим для расчета энергии сольватации ионов в спиртовых растворах*. Этот вывод подтверждается также расчетами, произведенными Н. А. Измайловым и Е. Ф. Ивановой [6, стр. 343], которые пытались применить уточненный способ расчета, разработанный К. П. Мищенко и А. М. Сухотиным [17], к неводным растворителям. Однако дело здесь не только в частной неудаче того или иного метода расчета. Существующие теории, основанные на представлениях об ион-дипольном взаимодействии, в принципе не в состоянии объяснить особенности процесса сольватации различных ионов в различных растворителях. Чтобы обосновать это положение, обратимся к экспериментальным данным, приведенным в табл. 1, заимствованной из работ Н. А. Измайлова [5, 6] и дополненной значениями ионизационных потенциалов и радиусов ионов в растворе [3]. Из рассмотрения этой таблицы можно сделать несколько важных выводов:

1. Энергии сольватации данного иона в различных растворителях весьма близки.

* К. П. Мищенко склонен видеть в этом проявлении специфики неводных растворов. Однако обсуждаемая ниже близость теплот и энергий гидратации ионов к соответствующим характеристикам сольватации указывает скорее на отсутствие такой специфики.

2. Энергии сольватации катионов с зарядом $+n$ близки к значениям суммы первых n ионизационных потенциалов (ΣI_n) соответствующего атома, но никогда не превышают их.

3. Энергия сольватации определяется не только зарядом и радиусом иона, но и его электронным строением. Так, для ионов Ca^{++} и Cd^{++} , имеющих одинаковые заряды и радиусы, но различное электронное строение и различные ΣI_n , энергии сольватации в одном и том же растворителе резко различны. Для благородногазового иона Ag^+ , обладающего радиусом, промежуточным между радиусами ионов Na^+ и K^+ , энергия сольватации во всех растворителях приближается к энергии сольватации иона Li^+ . В то же время потенциал ионизации атома серебра выше потенциалов ионизации атомов щелочных металлов.

Таблица 1

Свободные энергии сольватации катионов в различных растворителях (по Н. А. Измайлову [5, 6]), ккал/г-ион

Ионы	r_{aq} [3]	ΣI_n	Растворители				
			NH_3	H_2O	CH_3OH	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	HCOOH
H^+	—	312,2	23,10	258,0	253,0	252,0	246,0
Li^+	1,06	123,8	124,0	117,0	116,0	115,0	116,0
Na^+	1,26	117,4	99,0	96,0	93,0	90,0	99,5
K^+	1,61	99,6	79,4	78,0	76,0	73,0	73,0
Rb^+	1,77	96,6	73,3	74,4	—	—	73,2
Cs^+	1,93	89,0	65,6	64,0	60,4	—	65,0
Ag^+	1,41	175	132,0	112,0	108,0	108,0	120,8
Ca^{++}	1,34	418	360,0	372,4	—	—	309,2
Zn^{++}	1,11	632	536,0	492,0	481,0	473,5	488,3
Cd^{++}	1,31	594	546,0	430,4	417,0	413,0	410,4

С точки зрения общепринятых сейчас в теории сольватации представлений, подобные факты вряд ли могут быть объяснены. Действительно, поскольку дипольные моменты молекул и прочие характеристики растворителей существенно различны, близость энергий сольватации иона в двух различных растворителях с достаточно отличающимися свойствами с этих позиций может рассматриваться лишь как случайный результат. Фактически же, как справедливо отмечает Н. А. Измайлов [5, 6] (ему принадлежит первый из приведенных выше выводов), не только структура растворителя, но даже строение его молекул играют в процессе сольватации второстепенную роль.

Равным образом неясной остается связь энергии сольватации с суммой ионизационных потенциалов, хотя экспериментальные данные совершенно определенно указывают на наличие тесной корреляции между двумя этими энергетическими величинами [14, 18], одна из которых характеризует взаимодействие иона со свободными электронами, а другая — с молекулами растворителя (вернее, с их электронными облаками). Наконец, неясным остается вопрос о связи энергии сольватации с электронным строением иона, отчего большинством исследователей энергии сольватации до сих пор рассчитывались только для ионов с конфигурацией инертных газов. Таким образом, можно сказать, что рассмотренные теории страдают переоценкой роли растворителя в процессе сольватации и недооценкой индивидуальности сольватируемого иона.

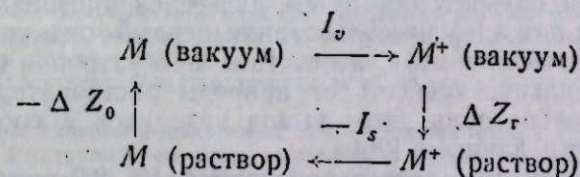
Невозможность согласования ион-дипольных представлений с имеющимся экспериментальным материалом об энергиях сольватации в раз-

личных растворителях указывает на необходимость создания новой картины явления сольватации, принципиально отличающейся как от борновской идеи о сольватации как о простой поляризации среды, так и от электростатической модели ион-дипольных взаимодействий.

Недостаточность общепринятых представлений о механизме сольватации ионов и необходимость их кардинального пересмотра отмечалась ранее К. П. Мищенко и А. М. Сухотиным, а также Н. А. Измайловым. К. П. Мищенко и А. М. Сухотин [17] пишут: «Конечной нашей задачей является ответ на вопрос: возможно ли дальнейшее развитие проблемы энергетике сольватации на существующих основах, или эти основы исчерпали себя и необходимо введение принципиально новых представлений и предположений» (стр. 27). Ответа на поставленный вопрос авторы не дают, и в качестве вывода из своего исследования указывают, что «либо эмпирический эффективный радиус молекулы воды $r_w = 1,93 \text{ \AA}$ должен быть обоснован теоретически, либо должны быть изменены существующие модельные представления о сольватации ионов» (стр. 40). В книге Н. А. Измайлова указывается, что «...энергия сольватации ионов в малой степени зависит от строения молекул и структуры растворителя и определяется более общим механизмом сольватации, чем тот, который положен сейчас в основу подсчетов энергий гидратации ионов» [6, стр. 343].

Нам представляется, что начало созданию новой физической картины явления сольватации было положено Берналом и Фаулером в их широко известной работе [14]. Бернал и Фаулер впервые обратили внимание на отмеченную выше численную близость энергий гидратации и соответствующих суммарных потенциалов ионизации. Они дали простую физическую интерпретацию этого факта, указав, что функция ионизирующей среды состоит в возвращении иону его недостающих электронов. Позднее к такому же выводу о функции молекул воды пришел на основе изучения спектральных характеристик гидратированных катионов А. Н. Теренин [19].

Следующий шаг был сделан Ли и Таем [20, 21], которые предложили термодинамический цикл для расчета энергий гидратации катионов:



В данном цикле нейтральный атом металла M подвергается ионизации в вакууме, на что затрачивается энергия I_n (в случае отрыва нескольких электронов — ΣI_n); полученный ион переводится в раствор, при этом выделяется энергия гидратации ΔZ_r ; в растворе к иону присоединяется электрон, что сопровождается выделением энергии I_s (для многозарядного иона соответственно ΣI_s); полученный нейтральный атом выводится из раствора, энергетический эффект этого процесса ΔZ_0 считается равным нулю*.

Цикл Ли и Тая был усовершенствован авторами настоящей работы [18, 23, 24] путем учета диэлектрического насыщения вблизи иона, введения поправки на работу образования занимаемой ионом полости A_n и введения представления об отличающейся от нуля степени насыщения молекулами растворителя избыточного силового поля благородногазовых ионов. В результате этого с вполне приемлемой точностью были рассчитаны энергии, энтропии и теплоты гидратации большого числа ионов самых различных электронных конфигураций. При

*Следует отметить, что почти аналогичный цикл был еще ранее использован Шмидтом [22] для расчета теплоты сольватации молекулярного иона H_2^+ в металлической платине.

этом была объяснена приближенная линейная зависимость энтропии гидратации от величины ионного потенциала, не находящая объяснения в рамках теории Борна. Был разработан также прием, позволяющий применять рассматриваемый способ для расчета термодинамических параметров гидратации анионов [25].

Уравнение для расчета энергий гидратации, полученное в работе [18], в общем виде может быть записано так:

$$\Delta Z_c = -\Sigma I_v - RT \ln \frac{1}{24,4} + \Sigma I_s + A_n. \quad (1)$$

Три последних члена, входящие в это уравнение, численно невелики по сравнению с первым членом ΣI_v , который и определяет в основном величину энергии гидратации.

При применении указанного метода для количественного расчета энергий и энтропий сольватации ионов в неводных растворителях, по-видимому, потребуются ввести еще некоторые уточнения; в частности, при расчете ΣI_s , вероятно, потребуются учесть электрострикции растворителя в поле иона, которая из-за рыхлости структуры растворителей в ряде случаев может играть большую роль, чем при гидратации ионов. Кроме того, необходимо отметить, что в работах [18, 23, 24], как и в большинстве современных исследований по теории растворов электролитов, используются такие макроскопические понятия, как диэлектрическая проницаемость, что может рассматриваться лишь как первое, самое грубое приближение. Однако, независимо от точности имеющихся сейчас методов расчета двух последних членов в уравнении (1), это уравнение совершенно естественно объясняет рассмотренные выше факты близости энергий сольватации ΔZ_c к сумме ионизационных потенциалов и близости значений ΔZ_c в различных растворителях. При вычислении энтропии сольватации путем дифференцирования по температуре выражения для энергии сольватации первый член уравнения (1) обращается практически в нуль, вследствие чего энтропия сольватации должна гораздо сильнее зависеть от природы растворителя, чем свободная энергия сольватации. Этот вывод находится в соответствии с экспериментальными данными [26].

Следует отметить, что, хотя в работах [18, 23, 24] при вычислении ΣI_s используются методы электростатики, в целом указанный расчет, ввиду присутствия члена ΣI_v , учитывает и неэлектростатические факторы, в частности особенности строения внешних электронных оболочек иона. Вместе с тем при таком подходе не исключается из рассмотрения поляризация среды и ориентация и деформация молекул в поле иона, учитываемые членом ΣI_s . Таким образом, более подробно излагаемая ниже теория не противоречит общепринятым модельным представлениям, но включает их в себя как часть более сложной и более общей картины сольватации. Больше того, величины ΣI_v и ΣI_s можно трактовать как реальные энергии заряжения в вакууме и растворе и в этом смысле уподобить их соответствующим членам в уравнении Борна, которое дает эти величины не для реального иона, а для воображаемого недеформируемого сферического тела, помещаемого в среду с постоянной диэлектрической проницаемостью.

Термохимический цикл Ли и Тая, как и любой другой цикл, не позволяет непосредственно судить о механизме явления, однако любая теория, претендующая на объяснения явления сольватации, должна объяснить появление величины ΣI_v в выражении для ΔZ_c . С точки зрения рассмотренных ранее теорий, такой результат является неожиданным. Однако, если предположить, что в растворе сольватируемый ион вместе

с несколькими близлежащими молекулами образует единую систему с собственной электронной структурой, близость величин ΣI_v и ΔZ_c находит естественное объяснение. В ходе образования этой системы происходит перераспределение электронов, причем силовое поле иона почти полностью насыщается за счет электронов, поставляемых электронодонорными группами растворителя. Образующие при этом связи типа $M^+ \dots OH_2$ по своей ионности обладают промежуточным характером и могут быть уподоблены координативным связям, ответственным за образование большинства комплексных соединений. Энергетически не так существенно, какие именно электронодонорные группы поставляют электроны, насыщающие силовое поле иона, что и объясняет близость энергий сольватации катионов в различных растворителях, обладающих электронодонорными группами, к величине ΣI_v и, следовательно, их близость между собой. С другой стороны, при отсутствии в молекуле растворителя электронодонорных группировок или атомов, как это имеет место, например, в случае углеводов, силовое поле иона может быть насыщено лишь в очень малой степени, что приводит к низким значениям энергии сольватации и нерастворимости ионных неорганических солей в подобных растворителях.

Изложенное выше, в отличие от представлений, развиваемых О. Я. Самойловым [27], показывает, что энергия сольватации иона определяется главным образом его взаимодействием с ближайшими молекулами растворителя. Дальняя или вторичная сольватация сводится в основном к борновской поляризации более отдаленных от иона областей растворителя и энергетически мало существенна. Образование связей между ионом и ближайшими к нему молекулами растворителя не означает, однако, невозможности обмена входящих в сольватную оболочку молекул растворителя с другими молекулами, так как всегда возможно временное ослабление связи между ионом и одной из ближайших к нему молекул растворителя за счет мгновенных перераспределений плотности образующих связь электронов. Здесь, может быть, уместно отметить, что скорость обмена определяется скорее электронным строением образующих связь партнеров, чем энергией связи [28]. В данном случае возможен, например, ассоциативный механизм обмена, связанный с временным повышением числа координированных ионом молекул воды и не требующий предварительного разрыва связи. Этим, вероятно, объясняется большая подвижность молекул воды около таких крупных ионов, как Rb^+ и Cs^+ .

Некоторые стороны развиваемых здесь представлений о сольватации как образовании новой электронной системы, включающей сольватируемый ион и несколько молекул растворителя, в последние годы начинают обсуждаться в литературе. Так, в работах Скрокко и Саллетти [29, 30] некоторая часть энергии гидратации неблагоприятных катионов связывается с энергией распределения $2l$ электронов в поле катиона и l молекул воды.

Определение гидратированного иона как комплексного аквонона типа $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$, в сущности, является признанием факта образования новой электронной структуры. Согласно Паулингу [31], связь $Fe \dots OH_2$ в таком комплексном ионе на 50% ионная, вследствие чего центральный атом этого иона электронейтрален, а положительные заряды сосредоточены в нем на атомах водорода, каждый из которых характеризуется эффективным зарядом $+1/4$. Сформулированный Паулингом принцип электронейтральности означает, что силовое поле комплексобразующего иона насыщается поставляемыми кислородом электронами, что согласуется с развиваемыми в данной работе представлениями. На близких, но не идентичных позициях стоит А. Ф. Капустинский, считающий, что катион полностью оттягивает на себя по одной электронной паре от каждой из четырех координируемых им молекул воды [32].

Экспериментальные данные об изменении спектров поглощения при растворении безводных солей в воде особенно наглядно показывают необходимость признания образования в растворе новых электронных структур с собственными уровнями энергии [19]. Сдвиг максимумов поглощения гидратированных ионов в длинноволновую область по сравнению с максимумами поглощения газообразных ионов, свидетельствует об увеличении энергии гидратации при электронном возбуждении ионов. Этот факт, непонятный с точки зрения общепринятой теории

сольватации, получает простое объяснение в свете изложенных выше представлений. Действительно, поскольку энергия гидратации определяется в основном потенциалом ионизации, то возрастание ΣI_v должно вызывать увеличение ΔZ_r . Энергия же присоединения электрона к возбужденному иону с образованием нейтрального атома той же степени возбуждения должна быть больше нормального значения потенциала ионизации, так как возбуждение сопровождается уменьшением степени экранирования заряда ядра. Как видно из рис. 1, на котором схематически изображены уровни энергии иона, присоединение электрона к иону M^+ , находящемуся в нормальном состоянии, сопровождается выделением энергии I_v^I . Присоединение электрона к тому же иону, находящемуся в состоянии крайнего возбуждения, что соответствует почти полному удалению возбуждаемого электрона, сопровождается выделением энергии, близкой ко второму потенциалу ионизации I_v^{II} . Присоединение электрона к иону, находящемуся в промежуточной степени возбуждения, будет сопровождаться освобождением некоторой промежуточной энергии I_v^* , превышающей I_v^I . Аналогичные рассуждения могут быть приведены и для многозарядных ионов.

Если допустить, что нейтральный атом, образующийся из возбужденного иона, находится на низшем резонансном уровне, то $I_v + E_{\text{возб}} = I_v^* + E_p$, где $E_{\text{возб}}$ — энергия возбуждения иона, а E_p — резонансный потенциал атома. Отсюда увеличение потенциала ионизации

$$I_v^* - I_v = E_{\text{возб}} - E_p. \quad (2)$$

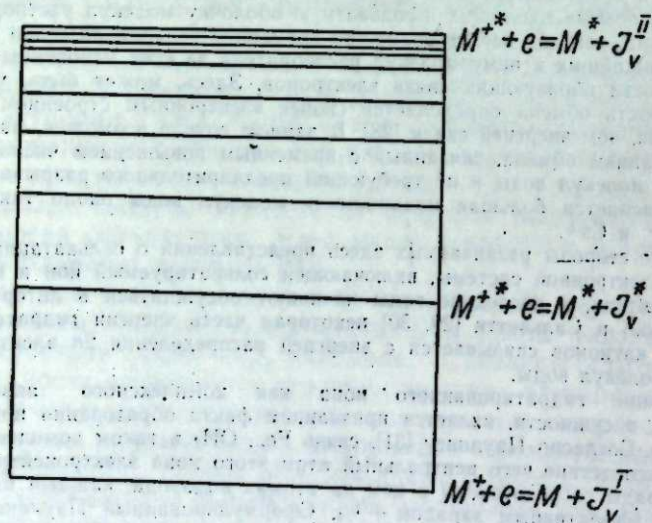


Рис. 1. Схема уровней энергии иона M^+ .

С другой стороны, увеличение энергии гидратации определяется смещением максимума в спектре поглощения

$$-(\Delta Z^* - \Delta Z_r) = h\nu_v - h\nu_s = E_{\text{возб}} - h\nu_s, \quad (3)$$

где ν_v и ν_s — частоты, соответствующие максимумам поглощения свободных и гидратированных ионов. Рассчитанные таким образом величины $I_v^* - I_v$ и $h(\nu_v - \nu_s)$ приведены в табл. 2. Значения $h\nu_v$ и $h\nu_s$ взяты из работы [19], а величины резонансных потенциалов — из монографий [33, 34].

Таблица 2
Смещение максимумов в спектрах поглощения гидратированных катионов и изменение потенциала ионизации при возбуждении, eV

Катион	$E_{\text{возб}} = h\nu_v$	E_p	$h\nu_s$	$I_v^* - I_v$	$h(\nu_v - \nu_s)$
Cu ⁺	8,20	3,8	(5,26)	4,4	2,94
Ag ⁺	9,90	3,6	5,86	6,3	4,04
			6,40		3,50
Cd ⁺⁺	16,5	3,8	6,86	12,7	9,6
Hg ⁺⁺	14,7	4,9	6,86	9,8	7,8
Tl ⁺	6,46	3,3	5,77	3,2	0,69
Pb ⁺⁺	7,97	4,4	5,92	3,6	2,05

Рис. 2, построенный на основании данных таблицы 2, показывает, что существует определенная взаимосвязь между $h(\nu_v - \nu_s)$ и $I_v^* - I_v$. Таким образом, предлагаемая физическая картина явления сольватации позволяет с единой точки зрения рассматривать как энергетические, так и оптические и химические (комплексобразование) проявления сольватации. Кроме того, нам кажется, что отказ от чисто электростатических ион-дипольных представлений находится в соответствии с основными тенденциями в развитии учения о химической связи.

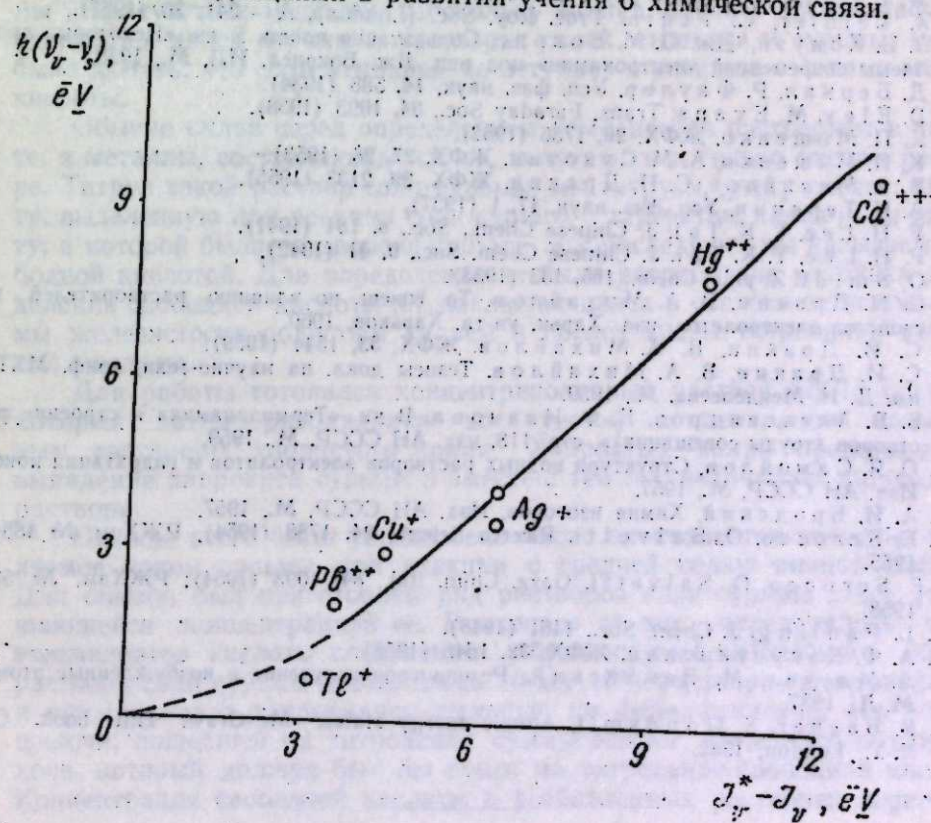


Рис. 2. Связь между $I_v^* - I_v$ и $h(\nu_v - \nu_s)$.

Выводы

Критически рассмотрены существующие представления о сольватации ионов. Показано, что при описании сольватации как процесса образования новой электронной системы из иона и молекул растворителя появляется возможность объяснения ряда фактов, которые не могут быть истолкованы в рамках общепринятых представлений о сольватации.

Институт неорганической химии
Сибирского отделения АН СССР
Московский химико-технологический
институт им. Д. И. Менделеева

Поступила в редакцию
20/1 1960

ЛИТЕРАТУРА

1. E. Lange, K. Miscenko. Z. phys. Chem., A, 149, 1 (1930).
2. К. П. Мищенко. ЖФХ, 7, 886 (1936).
3. А. Ф. Капустинский, С. И. Дракин, Б. М. Якушевский. ЖФХ, 27, 433 (1953).
4. С. И. Дракин, Б. М. Якушевский. ЖФХ, 27, 1636 (1953).
5. Н. А. Измайлов. ДАН СССР, 126, 1033 (1959).
6. Н. А. Измайлов. Электрохимия растворов. Изд. Харьк. ун-та, Харьков, 1959.
7. Handbuch der Physik, т. 24, ч. II, стр. 217, 1933.
8. E. Vegwey. Rec. trav. chim., 61, 127 (1942).
9. Е. А. Каневский. ЖФХ, 23, 723 (1949).
10. M. Vogl. Z. phys., 1, 45 (1920).
11. W. Latimer. J. Chem. phys., 23, 90 (1955).
12. K. Leidler, C. Regis. Proc. Roy. Soc. (London), A — 241, 80 (1957).
13. В. Е. Конуэй, Дж. О. М. Бокрис, Сольватация ионов. В кн. «Некоторые проблемы современной электрохимии» под ред. Дж. Бокриса, ИЛ, М., 1958.
14. Д. Бернал, Р. Фаулер. Усп. физ. наук, 14, 586 (1934).
15. D. Eley, M. Evans. Trans. Faraday Soc., 34, 1093 (1938).
16. К. П. Мищенко. ЖФХ, 26, 1736 (1952).
17. К. П. Мищенко, А. М. Сухотин. ЖФХ, 27, 26 (1953).
18. В. А. Михайлов, С. И. Дракин. ЖФХ, 29, 2133 (1955).
19. А. Н. Теренин. Усп. физ. наук, 17, 1 (1937).
20. F. H. Lee, Y. K. Tai. J. Chinese Chem. Soc., 8, 184 (1941).
21. F. H. Lee, Y. K. Tai. J. Chinese Chem. Soc., 9, 41 (1942).
22. O. Smidt. Z. phys. Chem., 165, 133 (1933).
23. С. И. Дракин, В. А. Михайлов. Тр. совещ. по влиянию растворителей на свойства электролитов, изд. Харьк. ун-та, Харьков, 1960.
24. С. И. Дракин, В. А. Михайлов. ЖФХ, 33, 1544 (1959).
25. С. И. Дракин, В. А. Михайлов. Тезисы докл. на научно-техн. конф. МХТИ им. Д. И. Менделеева, М., 1959.
26. В. В. Александров, Е. Ф. Иванова. В кн. «Термодинамика и строение растворов (труды совещания)», стр. 118, изд. АН СССР, М., 1959.
27. О. Я. Самойлов. Структура водных растворов электролитов и гидратация ионов. Изд. АН СССР, М., 1957.
28. А. И. Бродский. Химия изотопов. Изд. АН СССР, М., 1957.
29. E. Scrocco, O. Salvetti. Ricerca Scient., 24, 1788 (1954); РЖХим, № 48549, 1955.
30. E. Scrocco, O. Salvetti, Gazz. Chim. ital., 84; 1093 (1954); РЖХим, № 538, 1958.
31. L. Pauling. J. Chem. Soc., 1461 (1948).
32. А. Ф. Капустинский. ЖФХ, 32, 1648 (1958).
33. А. Митчел, М. Земанский, Резонансное излучение и возбужденные атомы. М.-Л., 1937.
34. R. Bacher, S. Goudsmit, Atomic energy states, Mc-Graw. Hill. book. Co., N.-Y., London, 1932.

Г. Н. ПАВЛИНОВА

УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУРЬМЫ
В ПРИСУТСТВИИ МЫШЬЯКА

При определении сурьмы обычными методами [1] — броматометрически и перманганатометрически — необходимо отделение мышьяка, по свойствам похожего на сурьму и дающего завышенные результаты. Отделение производится сероводородом в сильно солянокислом растворе или отгонкой треххлористого мышьяка из солянокислого раствора [2]. Недостатки этих методов заключаются в длительности процесса отделения и возможных потерях сурьмы в виде легколетучей треххлористой сурьмы.

Для удержания ионов сурьмы в растворе от выпадения в осадок при осаждении мышьяка сероводородом применяется винная кислота [1]. Известно, что соли алюминия [3], железа [4] и целого ряда других металлов; в том числе и сурьмы [5] при взаимодействии с средней солью винной кислоты выделяют дополнительное количество кислоты. На этом свойстве солей винной кислоты и основана разработка метода определения сурьмы в присутствии мышьяка. Поскольку винная кислота применялась для удержания ионов сурьмы в растворах солей мышьяка и сурьмы, можно было думать, что соль мышьяка не вступает в реакцию с солями винной кислоты.

Обычно сплав перед определением компонентов растворяют в кислоте, и металлы, составляющие сплав, получают в сильно кислом растворе. Титруя такой раствор соли сурьмы, мы титруем сумму кислот: кислоту, выделенную при реакции соли сурьмы с тартратом калия [5], и кислоту, в которой была растворена сурьма. Эту последнюю мы называем свободной кислотой. Для определения ее была разработана методика определения свободной кислоты [6], заключающаяся в осаждении ионов сурьмы железистосинеродистым калием и последующем титровании свободной кислоты.

Для работы готовился концентрированный раствор $SbCl_3$ (≈ 3 н), который затем разбавлялся до нужной концентрации насыщенным раствором хлористого калия. Хлористый калий предотвращает выпадение хлороксида сурьмы и вместе с тем не увеличивает кислотность раствора.

Прежде всего было установлено число эквивалентов кислоты, выделяемое ионом сурьмы при реакции с средней солью винной кислоты. Для опытов был приготовлен ряд растворов соли сурьмы с все уменьшающейся концентрацией ее. В каждом из них определялось число эквивалентов кислоты следующим образом: к определенному объему раствора соли сурьмы добавлялось 10 мл 10% раствора сегнетовой соли и сумма кислот титровалась щелочью по фенолфталеину. Из объема щелочи, пошедшей на титрование суммы кислот, вычитался объем щелочи, который должен был бы пойти на титрование свободной кислоты. Концентрация свободной кислоты в разбавленных растворах пересчитыв-

валась, исходя из количества ее в исходном растворе. Вычисление количества эквивалентов кислоты производилось по формуле: количество эквивалентной кислоты равно $\frac{121,76 \cdot V}{g \cdot 10000}$, где V — определенный титрованием объем кислоты; 121,76 — атомный вес сурьмы и g — навеска сурьмы, а количество кислоты, соответствующее одному эквиваленту при титровании 0,1 n раствором щелочи, равно 10 000.

Таблица 1

Нормальность раствора соли сурьмы	Взято раствора в мл	Количество сурьмы в мг	Пошло мл 0,1 <i>n</i> раствора КОН на			Число эквивалентов кислоты, выделенное 3-валентной сурьмой
			сумму кислот	свободную кислоту	сурьму	
0,146	5,00	29,86	19,20	11,80	7,40	3,01
0,043	13,00	22,86	32,34	26,56	5,78	3,08
0,042	13,56	22,86	32,58	26,56	6,02	3,22
0,039	14,42	22,86	33,29	26,56	6,73	3,57
0,038	16,00	24,92	20,36	12,40	7,96	3,89
0,027	21,00	22,86	34,08	26,56	7,54	4,02
0,019	30,00	22,86	34,09	26,56	7,55	4,02
0,011	50,00	22,86	34,13	26,56	7,57	4,03

Таким образом, из табл. 1 видно, что сурьма дает с тартратом щелочного металла соединения, сопровождающиеся выделением как трех, так и четырех эквивалентов кислоты. Начиная с нормальности 0,038 n , и в более разбавленных растворах соли сурьмы оттитровывается четыре эквивалента кислоты. В более концентрированных растворах соли сурьмы — три. Нормальность растворов высчитывалась для сурьмы трехвалентной.

Таблица 2

Нормальность раствора $SbCl_3$	Количество раствора $SbCl_3$	Количество 1% раствора $KNaC_2H_3O_2 \cdot 4H_2O$	Наличие мути
0,012	10	0,600	+
0,012	10	0,700	+
0,012	10	0,750	+
0,012	10	0,800	—
0,012	10	0,850	—

Чтобы объяснить выделение разного числа эквивалентов кислоты, мы измерили минимальное количество тартрата щелочного металла, необходимое для удержания ионов сурьмы в растворе. Работа производилась следующим образом: к определенному объему раствора соли сурьмы данной концентрации прибавлялось разное количество раствора среднего тартрата, отмеренное микропипеткой. Такой раствор нейтрализовывался щелочью до появления мути хлорокиси сурьмы, не удержанной тартратом. Результаты измерений приведены в табл. 2. Знак «+» означает наличие мути, знак «—» — отсутствие ее. Для удержания 10 мл 0,012 n раствора $SbCl_3$ необходимо 0,800 мл 1% раствора сегнетовой соли, т. е. 0,040 миллимолей сурьмы реагирует с 0,028 миллимолями сегнетовой соли. Отношение количества миллимолей сурьмы к количеству миллимолей сегнетовой соли равняется 1,4 : 1 \approx 3 : 2. Аналогичное измерение минимального количества тартрата, необходимого для удержания ионов сурьмы в более концентрированных раство-

рах ее, показывает отношение миллимолей сурьмы к миллимолям тартрата равным 1 : 1, что указывает на образование двух комплексных соединений ионов сурьмы с тартратом щелочного металла. Одно из них при своем образовании выделяет четыре эквивалента кислоты, другое — 3.

Из первоначального концентрированного раствора сурьмы, в котором свободная кислота определялась при помощи $K_4[Fe(CN)_6]$, готовились растворы различной концентрации (от 0,038 n относительно сурьмы до \approx 0,01 n) разбавлением определенного объема первоначального раствора соли сурьмы в мерной колбе насыщенным раствором хлористого калия. Из такого раствора пипеткой отбирался определенный объем, добавлялось 10 мл 10% раствора сегнетовой соли и сумма кислот титровалась 0,1 n раствором щелочи по фенолфталеину (результаты измерений см. в табл. 3).

Таблица 3

Концентрация растворов сурьмы в мг/мл	Пошло мл 0,1 <i>n</i> раствора КОН на			Найдено сурьмы в мг	Должно быть сурьмы в мг	Разность в мг	% ошибки
	сумму кислот	свободную кислоту	сурьму				
1,34	33,22	24,42	8,80	26,74	26,78	0,04	0,15
0,91	33,06	24,03	9,03	27,49	27,40	0,09	0,34
0,91	32,97	24,03	8,94	27,30	27,40	0,10	0,36
0,91	33,00	24,03	8,97	27,30	27,40	0,10	0,36
0,43	20,72	15,12	5,60	17,05	17,04	0,01	0,04
0,40	37,89	30,00	7,89	23,99	24,05	0,06	0,26
0,40	37,86	30,00	7,86	23,99	24,05	0,06	0,26
0,35	33,18	26,25	6,93	21,10	21,04	0,06	0,28
						Ср.	0,26

Примечание: В области выделения 3 эквивалентов средний процент ошибки равен 0,86.

Для выяснения отношения мышьяка к солям винной кислоты производилось два титрования одинаковых количеств растворов соли сурьмы одной концентрации, в одну из этих проб был добавлен определенный объем \approx 0,5 n раствора соли мышьяка (количество щелочи, пошедшее на титрование, указано в табл. 4).

Таблица 4

Взято раствора $SbCl_3$ в мл	Добавлено раствора $AsCl_3$ в мл	Пошло мл 0,1 <i>n</i> раствора КОН	
		в присутствии As	в отсутствие As
10,00	2,00	15,25	15,25
10,00	4,00	15,35	15,30
10,00	8,00	15,30	15,30
10,00	16,00	15,25	15,27
10,00	30,00	15,28	15,30

Таким образом, установлено, что трехвалентный мышьяк с средним тартратом не выделяет дополнительной кислоты и определению сурьмы этим методом не мешает. На основании этого было проведено определение сурьмы в присутствии мышьяка (табл. 5).

Так как в растворах трехвалентной сурьмы часто содержится смесь пентавалентной сурьмы, то было проведено измерение числа эквивалентов кислоты, выделяемых пентавалентной сурьмой при реакции с средним тартратом (табл. 6)

Как видно из табл. 6, при реакции между пентавалентной сурьмой и средним тартратом также выделяется 4 эквивалента кислоты. Таким образом, при использовании предлагаемого метода нет необходимости в восстановлении всей сурьмы до трехвалентной, что является его преимуществом по сравнению со всеми методами, основанными на окислении трехвалентной сурьмы или восстановлении пентавалентной сурьмы.

Таблица 5

Взято Sb в мг	Взято As в мг	% As в смеси As + Sb	Пошло мл 0,1 н раствора КОН на			Найдено сурьмы в мг	% ошибки
			сумму кислот	свободную кислоту	сурьму		
26,62	18,00	40,3	20,61	11,94	8,70	26,48	0,49
28,78	36,00	55,6	21,42	11,94	9,48	28,86	0,27
38,38	18,00	31,9	28,56	15,92	12,64	38,36	0,05
38,38	36,00	48,8	28,54	15,92	12,62	38,42	0,14
38,38	42,00	52,3	28,54	15,92	12,62	38,42	0,14
38,38	54,00	58,4	28,50	15,92	12,58	38,29	0,23
Ср.						0,22	

Таблица 6

Нормальность раствора SbCl ₅	Взято Sb ⁺ в мг	Пошло мл 0,1 н раствора КОН на			Число экви- валентов кислоты, выделенное 5-валентной сурьмой
		сумму кислот	свободную кислоту	сурьму	
0,426	52,00	67,11	50,61	16,50	3,86
0,213	52,78	68,73	51,53	17,20	3,97
0,106	26,60	59,24	50,54	8,67	3,94
0,057	13,89	55,53	50,73	4,60	4,03
0,011	13,89	55,29	50,73	4,26	3,99

В последнее время применяются типографские сплавы и баббиты, содержащие, наряду с сурьмой, мышьяк [7], так как определение сурьмы, при помощи тартрата можно проводить без предварительного отделения мышьяка, то было решено применить тартратометрический метод определения сурьмы для анализа этих сплавов. Для работы был взят баббит Б—Н.

Навеска мелкоизмельченного баббита (3—5 г) растворяется при нагревании на водяной бане в 200 мл HCl (1:3) с добавлением 12,5 г сегнетовой соли и 12,5 г цитрата натрия. В этой смеси растворяется основная часть баббита: Sn, Cd, Ni, почти весь Pb, часть Cu и примеси: Zn, Bi, Fe. Процесс растворения длится около часа. После прекращения выделения пузырьков газа горячий раствор фильтруют через воронку со стеклянной ватой. На воронке остается черный осадок нерастворившихся сурьмы, мышьяка, меди, следов свинца и белый осадок хлорида свинца. Осадок осторожно, чтобы не взмутить стеклянную вату, промывают горячей водой из стакана до полного удаления PbCl₂ и затем еще три раза. Промытый влажный осадок водой из промывалки смывают вместе с ватой в фарфоровую чашку. К осадку добавляют 10 мл концентрированной серной кислоты и нагревают на асбестовой сетке до полного удаления паров SO₃. При этом Sb, As, Cu растворяются, а следы Pb выделяются в виде PbSO₄. Чашку охлаждают, добавляют 5 мл концентрированной соляной кислоты, не содержащей железа. Раствор переносят в мерную колбу емкостью 50 мл, промывают стеклянную вату в чашке двумя порциями дистиллированной воды по

5 мл, 3 мл концентрированной соляной кислоты, для полного растворения основных солей сурьмы, и еще раз водой, собирая все промывные жидкости в ту же мерную колбу. Доводят раствор в колбе до метки и тщательно перемешивают. Так как небольшие кусочки ваты все же попадают в мерную колбу, то раствор фильтруют через сухой фильтр в сухой стакан и уже прозрачный раствор анализируют. Пипеткой отбирают 10 мл прозрачного фильтрата, переносят в другую колбу на 50 мл, добавляют 10 мл свежеприготовленного раствора железистосинеродистого калия, доводят водой до метки, перемешивают, фильтруют через сухой фильтр в сухой стакан, отбирают 15 мл фильтрата и титруют свободную кислоту 0,1 н раствором щелочи по фенолфталеину.

Для определения суммы кислот 10 мл первоначального раствора разводят в третьей колбе емкостью 50 мл насыщенным раствором хлористого калия (при содержании сурьмы больше 16% разводят в 100 мл колбе), тщательно перемешивают, отбирают пипеткой 20—30 мл и титруют сумму кислот 0,1 н раствором щелочи по фенолфталеину. Так как при этом медь так же титруется, то ее определяют в отдельной пробе. Отбирают 5 мл первоначального раствора, разбавляют в 4—5 раз дистиллированной водой, подкисляют серной кислотой и титруют медь классическим йодометрическим путем из микробюретки. Результаты измерений приведены в табл. 7 (определение меди), табл. 8 (определение свободной кислоты) и табл. 9 (определение сурьмы).

Таблица 7

Навеска баббита в г	Пошло мл 0,1 н рас- твора тросульфата на титрование	Найдено меди в г во всей навеске	Объем 0,1 н раствора щелочи, который должен пойти при титровании с помощью тартрата
3,2320	0,691	0,04388	6,91
4,2168	0,856	0,05436	8,56
3,4752	0,599	0,03801	5,98

Таблица 8

Навеска в г	Разбав- лено до мл	Взято мл на опреде- ление свобод- ной кислоты	Разбав- лено до мл	Взято мл на титро- вание	Пошло мл 0,1 н КОН на титро- вание свобод- ной кислоты
3,2320	50	10	50	15	22,66
4,2168	50	10	50	15	24,10
3,4752	50	10	50	15	30,95

Таблица 9

Навеска в г	Пошло мл 0,1 н раствора КОН на					Найдено сурьмы в г во всей навеске	% сурьмы
	сумму кислот	свободную кислоту	Sb + Cu	медь в этом объеме	сурьму		
3,2320	31,88	22,66	9,22	0,414	8,81	0,4468	13,82
3,2320	31,92	22,66	9,26	0,414	8,85	0,4493	13,82
4,2168	36,26	24,10	12,16	0,513	11,65	0,5910	14,01
4,2168	36,16	24,10	12,06	0,513	11,55	0,5869	13,92
4,2168	36,16	24,10	12,06	0,513	115 5	0,5869	13,92
3,4752	40,86	30,95	9,91	0,360	9,55	0,4845	13,94
Ср.						13,92	

Примечание. На титрование сурьмы при помощи тартрата бралось 30 мл раствора.

При анализе этого баббита бромометрическим путем с отгонкой мышьяка в виде AsCl₃ найдено 14,00% сурьмы. Как видно из табл. 9, средний процент сурьмы, найденный предлагаемым путем, равен 13,92%, что составляет 0,08% абсолютной ошибки и 0,57% относительной ошибки. Таким образом, предлагаемый метод достаточно точен и позволяет обходиться без сложной операции отгонки мышьяка.

Выводы

1. Доказано выделение кислоты при смешивании раствора $SbCl_3$ с раствором среднего тартрата.
2. Показано, что мышьяк и пентавалентная сурьма определению не мешают.
3. Доказана возможность определения сурьмы при помощи тартрата без предварительного отделения мышьяка в баббите Б—Н.

Новосибирский институт инженеров
железнодорожного транспорта

Поступила в редакцию
27/X 1959

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Ф. Гиллебранд и Г. Э. Лендель, Практическое руководство по неорганическому анализу. 1957, стр. 252, 258.
2. С. Л. Цинберг, Руководство по химическому анализу в металлургическом производстве. ГОНТИ. Ленхимсектор, Л., 1931, стр. 89.
3. А. В. Павлинова. ЖАХ, т. 3, Тр. ВГУ, вып. 2—9, 1948.
4. А. В. Павлинова. ЖПХ, 9, 1682, 1936.
5. Г. Н. Павлинова. Ученые записки Якутского госуниверситета, вып. I, 1957.
6. Г. Н. Павлинова. ЖАХ, т. 4, № 1, 1949.
7. Справочник по основным материалам и запасным частям, потребляемым железнодорожным транспортом. Гострансжелиздат. М., 1946.

В. К. ВАЛЬЦЕВ, Е. Д. ОЗИАШВИЛИ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ПРИ ГИДРОЛИЗЕ СПЛАВОВ ИХ ОКИСЛОВ
С РОДАНИСТЫМ АММОНИЕМ

Методы разделения редкоземельных элементов с применением солевых систем в настоящее время не находят широкого применения по причине малой изученности. В литературе описаны методы разделения редкоземельных элементов нитратной плавкой, например методы разделения неодима и празеодима [1]. Способность гидроокисей и окислов редкоземельных элементов растворяться в расплавленном нитрате аммония была использована Виккери [2] для разделения редкоземельных элементов. Нами было установлено, что подобной растворяющей способностью окислов редкоземельных элементов обладает также роданистый аммоний.

При гидролизе сплавов окислов редкоземельных элементов с роданистым аммонием изучалось распределение редкоземельных элементов между осадком и водным раствором. Фракционированием по методу гидролиза сплавов окислов редкоземельных элементов с роданистым аммонием удалось отделить иттрий от дальних лантанидов и лантан от неодима, празеодима, самария. Показана возможность разделения неодима и празеодима.

Экспериментальная часть

Методика эксперимента

В качестве исходных материалов, содержащих смеси окислов редкоземельных элементов, брались концентраты с неодимовой и иттрий-эрбиевой основой, концентрат перед опытом растворялся в азотной кислоте. Оксалаты элементов осаждались из кислых растворов щавелевой кислотой и прокачивались при 800°C в течение двух часов в муфельной печи.

Роданистый аммоний перед опытом высушивался, затем переплавлялся при температуре, превышающей температуру плавления на $15\text{--}20^\circ\text{C}$.

Опыт начинался с расплавления роданистого аммония в пробирке из молибденового стекла, помещенной в трубчатую печь с нагревателем из нихромовой проволоки. В расплав добавлялась проба смеси окислов весом 1,5 г. Растворение окислов роданистым аммонием проводилось изотермически при температуре $165 \pm 3^\circ\text{C}$ в течение 2 часов. При определении коэффициентов разделения лантанидов один опыт проведен при 180°C .

Сплав с растворенными в нем окислами выливался в стакан и после охлаждения подвергался гидролизу при слабом нагревании в течение $15\text{--}20$ мин. Осадок и раствор после разделения фильтрованием анализировались*.

* Спектральный анализ был выполнен Р. Р. Швангирадце.

Результаты опытов и их обсуждение

Распределение редкоземельных элементов между осадком и раствором при гидролизе их окислов с роданистым аммонием количественно оценивалось коэффициентами разделения. Коэффициент разделения для каждого элемента определялся как отношение концентрации его в водном растворе к концентрации в осадке. Значения коэффициентов разделения лантанидов в неодимовом концентрате помещены в табл. 1, а значения коэффициентов иттрий-эрбиевого концентрата — в табл. 2.

Таблица 1

Значения коэффициентов разделения лантанидов неодимового концентрата

Элементы	Соотношение весовых количеств между суммой окислов и роданистым аммонием, температура процесса											
	1:3, t=165±3°C				1:5, t=160°C				16:10, t=15±3°C			
	содерж. элемента в вес. %				содерж. элемента в вес. %				содерж. элемента в вес. %			
в исходной пробе	в водном растворе	в осадке	$K_{разд}$	в исходной пробе	в водном растворе	в осадке	$K_{разд}$	в исходной пробе	в водном растворе	в осадке	$K_{разд}$	
Лантан	1,84	2,34	0,78	3,00	4,8	6,7	1,3	5,15	2,2	4,37	0,68	6,4
Празеодим	8,4	9,5	6,8	1,40	11,2	12,4	7,2	1,72	9,65	12,12	8,85	1,38
Неодим	83,5	83,4	90,0	0,92	78,7	79,0	83,3	0,95	83,8	82,5	85,8	0,96
Самарий	6,98	3,13	2,4	1,3	5,8	1,94	8,2	0,24	3,8	1,0	4,65	0,21

Таблица 2

Значения коэффициентов разделения лантанидов в иттрий-эрбиевом концентрате. Температура 165°C. Соотношение весовых количеств между окислами и роданистым аммонием равно 1:5

Элементы	Содержание элемента в вес. %			
	в исходной пробе	в растворе	в осадке	$K_{разд}$
Лантан	0,42	0,67	0,4	1,67
Неодим	1,02	1,31	1,0	1,31
Гадолиний	7,1	7,85	7,0	1,12
Тербий	0,98	1,2	1,58	0,71
Диспрозий	10,4	10,4	13,0	0,80
Гольмий	1,67	1,53	2,82	0,54
Эрбий	30,2	24,8	36,5	0,68
Тулий	1,44	1,36	1,5	0,91
Иттрий	46,5	50,7	37,6	1,35

Результаты показывают, что коэффициенты разделения для лантанидов цериевой группы, как правило, больше единицы, вследствие чего они концентрируются в растворе. Для элементов иттриевой группы характерно, что они имеют $K_{разд}$ меньше единицы, т. е. они концентрируются в осадке. Интересными оказались свойства иттрия, в иттрий-эрбиевом концентрате он ведет себя подобно элементам цериевой группы, как это видно из значений коэффициентов лантана-1,67, неодима-1,31, празеодима-1,38, гадолиния-1,12 и иттрия-1,35. $K_{разд}$ элементов тербия, диспрозия, гольмия, эрбия меньше единицы. Следует отметить, что $K_{разд}$ неодима в неодимовом концентрате мало отличается от единицы, а приведенное выше значение $K_{разд}$, равное 1,31, соответствует $K_{разд}$ неодима в иттрий-эрбиевом концентрате, в котором неодим присутствует как примесь.

На примере неодимового концентрата показано, как меняется $K_{разд}$ самария и лантана с изменением соотношения весовых количеств между окислами и роданистым аммонием. С уменьшением отношения с 1:3 до 1:10 $K_{разд}$ самария уменьшается, а $K_{разд}$ лантана увеличивается, при этом $K_{разд}$ неодима и празеодима практически остается постоянным (см. табл. 1). При увеличении температуры процесса резких скачков в изменении $K_{разд}$ не наблюдается. Однако температура является важным фактором, который требует специального дополнительного исследования.

Сопоставление значений коэффициентов разделения иттрия и эрбия в иттрий-эрбиевом концентрате показывает, что свойства этих элементов при гидролизе сплавов их окислов с роданистым аммонием существенно различаются. Это различие использовано нами для отделения эрбия и дальних лантанидов от иттрия. Различия в $K_{разд}$ для самария и других элементов неодимового концентрата могут являться причиной своеобразного поведения самария в процессе фракционирования.

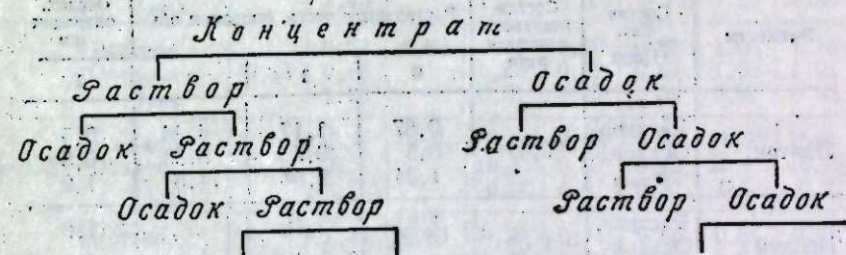


Рис. 1. Схема фракционирования редкоземельных концентратов.

Таблица 3

Результаты фракционирования неодимового концентрата, состав в весовых %

Элементы	Состав фаз $K_{разд}$	Состав исходного концентрата	Растворимая часть, операции п/п				Осадок, операции п/п	
			0	1	2	3	1	2
Лантан	Раствор	2,08	2,83	3,19	3,17	3,76	0,65	0,51
	Осадок $K_{разд}$		0,62	1,69	0,88	1,8	0,43	0,28
Празеодим	Раствор	8,85	9,7	11,2	11,0	10,9	7,6	5,44
	Осадок $K_{разд}$		6,23	6,48	7,5	7,52	4,38	3,55
Неодим	Раствор	85,2	85,7	84,0	84,7	85,7	85,6	78,6
	Осадок $K_{разд}$		82,0	87,7	88,2	88,5	77,6	72,5
Самарий	Раствор	3,75	1,9	1,6	1,36	0,94	6,3	15,4
	Осадок $K_{разд}$		10,8	3,42	3,36	3,28	17,5	24,2
			0,17	0,47	0,40	0,29	0,36	0,653

Фракционированию подвергались неодимовый и два иттрий-эрбиевых концентрата. Иттрий-эрбиевые концентраты отличались между собой соотношением весовых количеств между иттрием и эрбием, которое в первом концентрате равнялось 1,5:1 и 1:1 — во втором. По нашим на-

блюдениям, оптимальным соотношением весовых количеств между окислами и роданистым аммонием является величина, равная 1:10, которой мы придерживались в наших опытах по фракционированию.

Схема фракционирования окислов редких земель показана на рис. 1. Результаты фракционирования неодимового концентрата (табл. 3) показывают, что из нерастворимого осадка редкоземельных элементов после двух операций получается фракция неодимовой основы, обедненная празеодимом в два раза и лантаном в девять раз. При этом проба обогащается самарием в шесть раз (с 3,75 до 24%). Из растворимой части окислов первого иттрий-эрбиевого концентрата после двух операций выделена фракция иттриевой основы. При этом содержание эрбия понизилось с 30,2 до 4,84%, содержание иттрия увеличилось с 46,5 до 74,5% (табл. 4).

Таблица 4

Результаты фракционирования иттрий-эрбиевого концентрата, состав в весовых %

Элементы	Состав фаз $K_{\text{разд}}$	Состав исходного концентрата	Растворимая часть, операции п/п				Осадок, операции п/п
			0	1	2	1	
Лантан	Раствор	0,42	0,67	1,17	4,84	0,5	
	Осадок $K_{\text{разд}}$		0,5	0,5	0,33		0,5
Неодим	Раствор	1,02	1,31	2,16	1,1	1,0	
	Осадок $K_{\text{разд}}$		1,1	1,1	1,96		1,0
Гадолиний	Раствор	7,1	7,85	8,53	12,3	8,2	
	Осадок $K_{\text{разд}}$		7,0	8,3	5		6,74
Тербий	Раствор	0,96	1,2	0,99	0,89	1,55	
	Осадок $K_{\text{разд}}$		1,58	1,98	0,98		1,81
Диспрозий	Раствор	10,4	10,4	8,53	1,0	11,4	
	Осадок $K_{\text{разд}}$		13,0	12,1	8,3		14,1
Гольмий	Раствор	1,67	1,53	2,15	1,15	2,24	
	Осадок $K_{\text{разд}}$		2,82	2,15	1,15		3,0
Эрбий	Раствор	30,2	24,8	14,9	4,84	28,6	
	Осадок $K_{\text{разд}}$		6,5	26,0	19,0		37,0
Тулий	Раствор	1,44	1,36	1,33	1,21	1,32	
	Осадок $K_{\text{разд}}$		1,5	1,85	2,83		1,45
Иттрий	Раствор	46,5	50,7	61,8	74,5	45,6	
	Осадок $K_{\text{разд}}$		37,6	4,8	57,8		36,4
			1,34	1,29	1,29	1,26	

Результаты фракционирования второго иттрий-эрбиевого концентрата (табл. 5) оказались менее успешными, поскольку концентрирование иттрия до 71,5% происходит только после третьей операции. Причина этого заключается в различном соотношении весовых количеств главным образом таких элементов, как иттрий и эрбий в первом и втором концентратах.

Таблица 5
Результаты фракционирования иттрий-эрбиевого концентрата, состав в весовых %

Элементы	Состав фаз $K_{\text{разд}}$	Состав исходного концентрата	Растворимая часть, операции				Осадок, операции			
			0	1	2	3	4	1	2	3
Лантан	Раствор	0,29	0,40	0,55	1,06	2,16	4,94	0,15	0,22	0,24
	Осадок $K_{\text{разд}}$		0,16	0,16	0,13	0,14	0,32	0,21	0,22	0,23
Неодим	Раствор	0,50	0,80	0,86	2,03	2,23	3,37	0,68	0,61	
	Осадок $K_{\text{разд}}$		0,15	0,15	2,86	1,93	1,86	1,81	3,4	нет
Гадолиний	Раствор	7,26	7,14	8,99	9,25	10,73	12,03	7,84	6,83	7,7
	Осадок $K_{\text{разд}}$		4,97	1,43	1,11	1,13	0,78	1,29	1,35	5,02
Тербий	Раствор	0,88	0,67	0,62	0,57	0,50	0,35	1,00	1,16	1,59
	Осадок $K_{\text{разд}}$		0,65	1,03	0,94	0,72	0,61	0,97	1,03	1,21
Диспрозий	Раствор	15,15	13,6	12,24	9,66	4,26	3,87	11,29	15,3	15,0
	Осадок $K_{\text{разд}}$		16,1	0,85	10,7	9,07	6,72	20,17	16,73	17,17
Гольмий	Раствор	1,78	1,44	0,83	0,36	0,71	0,86	0,84	2,70	3,10
	Осадок $K_{\text{разд}}$		0,78	1,85	1,38	1,40	1,06	1,63	2,41	0,59
Эрбий	Раствор	35,6	33,4	25,47	18,7	8,17	3,03	3,40	34,0	34,6
	Осадок $K_{\text{разд}}$		52,9	0,63	32,0	22,8	11,3	42,3	46,2	49,6
Тулий	Раствор	1,17	1,15	0,45	0,30	нет		1,25	1,23	0,15
	Осадок $K_{\text{разд}}$		1,82	0,63	0,53	0,21		3,94	3,44	4,33
Иттрий	Раствор	37,8	41,25	49,95	57,43	71,1	71,6	40,08	37,8	35,8
	Осадок $K_{\text{разд}}$		22,5	1,83	46,7	56,0	65,0	24,62	24,52	22,6
								1,62	1,54	1,58

Дальнейшее фракционирование растворимой части редкоземельных элементов не приводит к увеличению содержания иттрия, поскольку в этой ветви идет интенсивное концентрирование элементов цериевой группы и гадолиния. Например, состав шестой фракции, данные по которой не помещены в таблицу, оказался следующим: иттрий 57%, неодим 7,8%, лантан 18,7%, гадолиний 14%, гольмий 0,58%, тербий, диспрозий, эрбий, тулий не обнаружены. Следовательно, происходит успешное отделение иттрия от дальних лантанидов.

Получены данные по количественному соотношению лантанидов между раствором и осадком, в процессе фракционирования эти величины изменяются в широких пределах*:

Растворимая часть Осадок
3:1; 1,9:1; 1:1,5; 1:1 3:1; 1:1; 1:2,5

* Точкой с запятой отделены данные, касающиеся каждой последовательной операции.

В тех же пределах изменяется соотношение весовых количеств элементов между раствором и осадком в неодимовом концентрате.

На примере фракционирования многокомпонентных редкоземельных концентратов показано, что изменение $K_{разд}$ иттрия, эрбия, диспрозия —

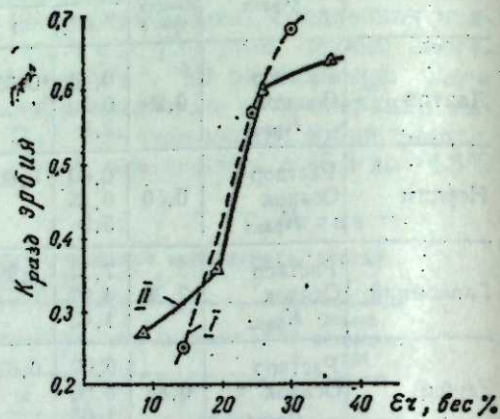
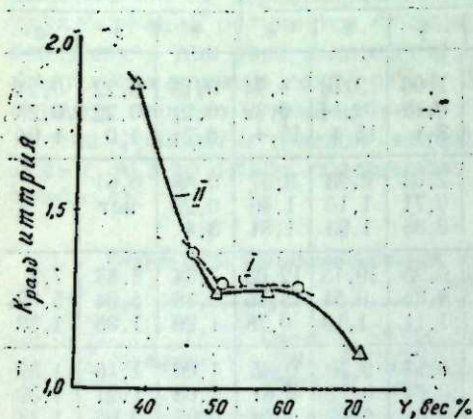


Рис. 2. Зависимость $K_{разд}$ иттрия от содержания элемента в пробе в процессе фракционирования иттрий-эрбиевых концентратов.

Кривая I — результат фракционирования первого концентрата, кривая II — результат фракционирования второго концентрата.

Рис. 3. Зависимость $K_{разд}$ эрбия от содержания элемента в пробе в процессе фракционирования иттрий-эрбиевых концентратов.

Кривая I — результат фракционирования первого концентрата, кривая II — результат фракционирования второго концентрата.

элементов, составляющих основу концентрата, носит не случайный характер и закономерно изменяется с изменением концентрации этих элементов (рис. 2 и 3). По-видимому, непостоянство $K_{разд}$ следует учитывать при проведении процесса разделения редкоземельных элементов.

Авторы приносят благодарность чл.-корр. АН СССР А. В. Николаеву за полезные советы и указания.

Институт неорганической химии
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию
26/XII 59

ЛИТЕРАТУРА

1. Marsh. J. Chem. Soc. 1946, January, 17.
2. Vickery. J. Chem. Soc. 1949, October, 2508.

И. В. БУТИНА, В. Г. ПЛЮСНИН

РАЗДЕЛЕНИЕ ФТАЛЕВЫХ КИСЛОТ МЕТОДОМ ВЫСАЛИВАНИЯ И СУБЛИМАЦИИ

Фталевые кислоты являются основой для производства новых полиэфирных смол и имеют большое значение для растущей отрасли высококачественных пластмасс и синтетических волокон. При окислении технической смеси диалкилпроизводных ароматических углеводородов получается смесь изомерных фталевых кислот. Однако специфическое использование каждого изомера для промышленных целей предусматривает обязательное разделение смеси фталевых кислот на соответствующие изомеры, что может быть осуществлено несколькими способами [1—6].

По нашему мнению, перспективным может быть способ разделения фталевых кислот, основанный на резко различной растворимости солей фталевых кислот в водных растворах, насыщенных неорганической солью, и на различной упругости пара отдельных изомеров. Разработанный на основе экспериментального материала способ разделения изомерных фталевых кислот заключается в следующем.

Взятую для разделения смесь кислот переводят в растворимое состояние путем обработки щелочью или разбавленным раствором аммиака. К полученному раствору солей фталевых кислот при температуре 40—70° и перемешивании прибавляется до насыщения неорганическая соль: хлорид, карбонат, сульфат или ацетат с тем же катионом, что и в солях разделяемой смеси кислот. При этом происходит немедленное выделение находящейся в растворе соли терефталевой кислоты в виде аморфного твердого осадка. Раствор охлаждается и pH среды доводится примерно до 8 (путем добавления раствора аммиака).

Осадок соли терефталевой кислоты и избыточного количества неорганической соли отфильтровывается и промывается несколько раз насыщенным раствором соответствующей неорганической соли. Отделенный осадок растворяется далее в небольшом количестве воды. Подкислением раствора разбавленной соляной или серной кислотой выделяется свободная терефталевая кислота. Отфильтрованный осадок кислоты многократно промывается водой для удаления загрязняющей его неорганической соли. Полученная терефталевая кислота имеет довольно высокую степень чистоты.

После отделения соли терефталевой кислоты в фильтре в основном содержатся растворимые соли изофталевой и фталевой кислот. Фильтрат подкисляется разбавленной соляной и серной кислотой до кислой реакции. При этом выделяется смесь изофталевой и фталевой кислот, которая отфильтровывается, промывается небольшим количеством воды и идет на селективную сублимацию (см. схему).

Было замечено, что полнота высаливания аммонийной или натриевой соли терефталевой кислоты из раствора зависит от степени насыщения его неорганической солью и от растворимости последней в воде.

Для выяснения этой зависимости, а также для более целесообразного выбора соли была проведена серия опытов по высаливанию п-изомера с несколькими неорганическими солями, обладающими различной растворимостью в воде (табл. 1).

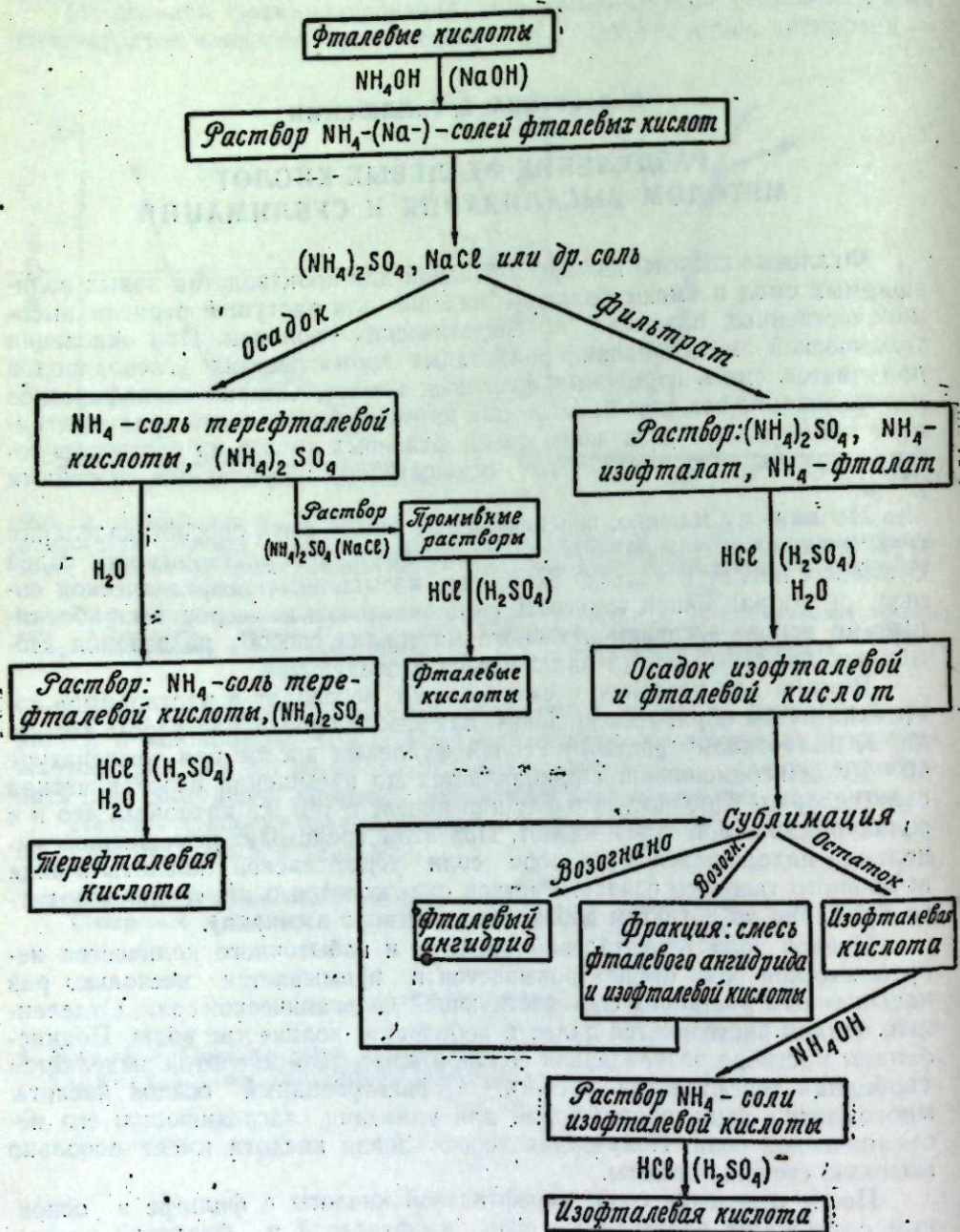


Рис. Схема разделения кислот по описываемому методу.

Результаты выделения соли терефталевой кислоты путем осаждения различными неорганическими солями приводятся в табл. 2. Из табл. 2 видно, что соли, обладающие более низкой растворимостью, такие как Na_2SO_4 и Na_2CO_3 , хуже высаливают растворенные соли терефталевой кислоты по сравнению с солями, обладающими боль-

шей растворимостью. Высаливание неорганической соли с катионом, отличным от катиона соли терефталевой кислоты, дает также низкий процент выделения п-изомера (пример высаливания аммонийной соли терефталевой кислоты MgSO_4). Лучшие количественные результаты получаются при высаливании такими солями, как CH_3COONa и NH_4CNS .

Таблица 1
Растворимость различных солей в воде при 20°C

Растворимость соли в 100 г воды	Na_2SO_4	Na_2CO_3	MgSO_4	NaCl	NH_4Cl	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	NH_4CNS	CH_3COONa
в г	19,4	21,5	36,0	36,0	37,5	75,4	100	170	119
в г-экв	0,272	0,406	0,599	0,61	0,702	1,142	1,752	2,235	1,45

Таблица 2
Осаждение соли терефталевой кислоты различными неорганическими солями

Взато терефталевой кислоты, г	Растворилось в	Взята для насыщения соль	Выделено кислоты из осадка		Выделено подкислением из промывных растворов		Выделено подкислением из фильтрата		Потери опыта	
			г	%	г	%	г	%	г	%
2,6849	NaOH	CH_3COONa	2,5621	95,4	0,0591	2,2	0,0295	1,1	0,0348	1,3
2,2445	NH_4OH	NH_4CNS	2,1421	95,7	0,0342	1,52	0,0312	1,4	0,0314	1,4
1,9344	NH_4OH	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	1,8051	94,6	0,0352	1,8	0,0288	1,5	0,0304	2,6
1,5449	NH_4OH	NH_4Cl	1,3383	90,5	0,0610	3,9	0,0418	2,71	0,0468	3,0
1,9206	NaOH	NaCl	1,8012	93,8	0,0735	3,83	0,0249	1,3	0,0384	2,0
1,2670	NH_4OH	MgSO_4	0,9051	71,4	0,1453	11,5	0,2001	15,8	0,0164	1,3
2,7133	NH_4OH	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	1,7184	63,4	0,0868	3,2	0,8080	29,8	0,0977	3,6
1,1568	NaOH	Na_2CO_3	0,5991	51,8	0,0947	8,2	0,3742	32,4	0,0878	7,6
1,6192	NaOH	Na_2SO_4	0,3201	19,7	0,6756	41,7	0,5541	34,2	0,0712	4,4

Очевидно, для целей отделения терефталевой кислоты более целесообразно использовать $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ или NaCl как более дешевые и доступные соли, дающие довольно большой процент высаливания терефталевой кислоты.

С целью выяснения полноты выделения каждого изомера фталевой кислоты на отдельных стадиях процесса деления, а также для разработки наилучших условий метода была проведена серия опытов с каждым отдельно взятым чистым изомером фталевой кислоты по полной схеме разделения.

Для растворения кислот брали либо 5% раствор аммиака, либо 10% раствор щелочи в количестве 130—180% от теоретически необходимого (в опытах с терефталевой кислотой добавлялась еще вода до полного растворения кислоты). Неорганическую соль брали по расчету из ее растворимости с избытком в 5—10 г на 10 мл растворителя.

Результаты опытов по выделению каждого отдельно взятого изомера фталевой кислоты представлены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что путем высаливания можно выделить даже из малых навесок (и без учета естественных потерь опыта) до 94% терефталевой кислоты. Остальное количество соли терефталевой кислоты, не поддающееся высаливанию, выделяется частично при подкислении фильтрата и составляет около 1,5—2,7% от взятой для опыта терефта-

левой кислоты. 2—5% терефталевой кислоты выделяются при подкислении промывных растворов и собираются отдельно.

Экспериментальные данные показывают, что соли изофталевой и фталевой кислот при указанных условиях обладают достаточной растворимостью и совершенно не выделяются высаливанием неорганической солью. Избыток последней отфильтровывается и промывается несколько раз небольшими порциями насыщенного раствора той же соли для удаления из него остатков фильтрата.

Таблица 3

Высаливание изомерных фталевых кислот

Взято фталевой кислоты, г			Растворитель и	Взята для насыщения соль	Выделено кислоты из осадка		Выделено подкислением из промывных растворов		Выделено подкислением на фильтрате		Потери опыта	
тфк*	ифк**	офк***			г	%	г	%	г	%	г	%
1,5449	—	—	NH ₄ OH	NH ₄ Cl	1,3383	90,5	0,0610	3,9	0,0418	2,71	0,0463	3,0
1,6112	—	—	NH ₄ OH	NH ₄ Cl	1,4681	91,1	0,0918	5,7	0,0645	4,0	0,0032	0,2
1,9206	—	—	NaOH	NaCl	1,8012	93,8	0,0735	3,8	0,0249	1,3	0,0384	2,0
1,3910	—	—	NaOH	NaCl	1,2721	91,5	0,0364	2,6	0,0587	2,06	0,0543	3,9
1,1708	—	—	NH ₄ OH	(NH ₄) ₂ SO ₄	1,0949	93,9	0,0210	1,8	0,0201	1,7	0,0301	2,6
1,9344	—	—	NH ₄ OH	(NH ₄) ₂ SO ₄	1,8051	94,1	0,0362	1,9	0,0290	1,5	0,0304	2,5
—	1,6212	—	NH ₄ OH	NH ₄ Cl	нет	—	0,0178	1,1	1,5550	96,0	0,0470	2,9
—	1,8502	—	NH ₄ OH	(NH ₄) ₂ SO ₄	нет	—	0,0391	2,07	1,8462	97,8	0,0378	2,0
—	1,2518	—	NaOH	NaCl	нет	—	0,0872	7,0	1,1401	91,6	0,0175	1,4
—	—	3,6270	NH ₄ OH	(NH ₄) ₂ SO ₄	нет	—	0,0922	2,55	3,2061	88,7	0,3180	8,8
—	—	2,0265	NH ₄ OH	NH ₄ Cl	нет	—	0,1022	5,03	1,6686	82,1	0,2210	10,9
—	—	3,0535	NH ₄ OH	(NH ₄) ₂ SO ₄	нет	—	0,0340	1,01	2,7674	90,8	0,2471	8,1

* тфк — терефталевая кислота
** ифк — изофталевая кислота
*** офк — фталевая кислота.

Собранные отдельно промывные растворы подкисляются, и выделяется от 1 до 7% изофталевой и фталевой кислот, которые в виде раствора аммонийных (натриевых) солей оставались при фильтровании в осадке неорганической соли. Основная же часть изофталевой и фталевой кислот выделяется из фильтрата после отделения избытка неорганической соли подкислением его соляной или серной кислотой. Осадок кислоты отфильтровывается и промывается небольшим количеством воды. Количество выделяющейся из фильтрата изофталевой кислоты — 92—98% от взятой, а фталевой кислоты — 82—90%. При работе с малыми навесками в опытах с фталевой кислотой получается более высокий процент потерь опыта (8—10%) за счет большей растворимости фталевой кислоты в воде.

Все описанное выше относительно выделения фталевых кислот методом высаливания и сублимации проверялось на искусственно составленных двойных и тройных смесях изомеров фталевых кислот. В табл. 4 представлены экспериментальные данные, полученные при разделении тройных смесей кислот согласно описанной методике.

Выделенная после соответственной обработки терефталевая кислота получается в довольно чистом виде, что подтверждается синтезом из нее диметилового эфира с хорошим выходом. До перекристаллизации диметилловый эфир терефталевой кислоты имел температуру плавления 137—140°, а после перекристаллизации из метилового спирта — 139,5—141°.

Судя по результатам выделения отдельных чистых изомеров фталевых кислот, а также по проведенной реакции этерификации, незначи-

тельная часть соли терефталевой кислоты попадает в осадок, выделенный подкислением промывных растворов. Этот осадок (3—6% от общего количества кислот) представляет собой смесь всех трех изомеров и поэтому должен быть направлен в новый цикл на повторное разделение.

После высаливания и отделения соли терефталевой кислоты подкислением маточника разбавленными растворами неорганических кислот изофталевая и фталевая кислоты выделяются в свободном состоянии воды. Совместно выделившиеся из маточника изофталевая и фталевая кислоты составляют 90—98% от суммарного их количества, взятого на разделение.

Таблица 4

Разделение тройной смеси фталевых кислот

Искусств. смесь для разделения			Взята для насыщения соль	Выделено высалив. терефталевой кислоты		Осадок выделенный подкислением промыв. раствором (% от общ. колич.)	Осадок выделенный подкислением фильтрата (ифк и офк)		Потери опыта, %
тфк, %	ифк, %	офк, %		% от офк	% от общ. колич.		% от ифк + офк	% от общ. колич.	
32,3	28,7	39,1	(NH ₄) ₂ SO ₄	93,5	30,2	6,1	104,0	70,4	+6,8
35,5	39,5	25,0	(NH ₄) ₂ SO ₄	94,0	33,4	3,2	102,1	65,9	1,05
30,7	29,5	39,8	(NH ₄) ₂ SO ₄	94,5	29,0	5,77	96,5	66,8	+1,6
40,1	39,7	20,2	NaCl	92,1	36,9	5,4	90,5	54,2	3,5
32,4	34,5	33,1	NH ₄ Cl	91,8	29,9	5,85	93,8	63,2	1,05

Результаты опытов показывают, что изофталевая и фталевая кислоты совершенно не попадают в высаливаемую терефталевую кислоту и выделяются полностью из фильтрата и промывных растворов.

Если при разделении и промывке использовать минимальное количество воды, то получается более полное количественное выделение кислот. Однако при этом возможно небольшое загрязнение осадка изофталевой и фталевой кислот неорганической солью, которая отмывается в дальнейшем после возгонки.

Поэтому в некоторых опытах по разделению тройной смеси кислот получился небольшой общий привес за счет загрязнения смеси изофталевой и фталевой кислот неорганической солью.

Разделение изофталевой и фталевой кислот

В технической литературе почти не освещен вопрос о разделении изофталевой и фталевой кислот. Однако эта задача представляет большой интерес, так как в различных технологических процессах указанные кислоты благодаря сходным физико-химическим свойствам часто выделяются совместно. Для промышленного использования необходимо выделение указанных изомеров в чистом виде.

В ряде методов разделения изофталевой и фталевой кислот используется различная растворимость как самих кислот, так и их солей.

Метод, основанный на различной растворимости в воде [7], не дает достаточно четкого и полного разделения изофталевой и фталевой кислот. Это объясняется тем, что константы растворимости их относительно близки друг к другу и трудно установить границу полного и достаточного отделения изомеров.

Более удовлетворительным является разделение изофталевой и фталевой кислот по методу А. Ф. Добрянского и Р. Д. Оболенцева [8]. Этот метод основан на различной растворимости солей щелочноземельных металлов фталевых кислот в воде. Проверка метода на разделении смеси изофталевой и фталевой кислот на основе различной растворимости их Са- или Ва-солей показала, что необходимо подбирать точную дозировку и концентрации употребляемых растворов.

Поэтому есть основания полагать, что для разделения изофталевой и фталевой кислот удобнее использовать метод селективной сублимации.

Фталевая кислота при температуре выше 190° довольно легко и полно разлагается с образованием фталевого ангидрида, который, как известно, хорошо сублимируется. Изофталевая кислота при этих условиях не разлагается и имеет низкую упругость пара (возгоняется при температуре выше 345°). Это дает возможность практически довольно полно отделить фталевую кислоту от изофталевой.

Сублимация осуществляется с остаточным давлением 10—25 мм рт. ст. Опыты проводились в стеклянной крестовине, горизонтальная половина, которой обогревалась круглой электропечкой. Вплотную к крестовине прикреплялся термометр.

Исследования показали, что при температуре 200 — 215° наблюдается сублимация о-изомера в виде иголок возогнавшегося фталевого ангидрида-сырца. Более высокие температуры способствуют повышению упругости пара изофталевой кислоты, благодаря чему возможно частичное смешение изомеров. Первые порции возогнавшегося вещества состоят целиком из о-изомера, и лишь после возгонки основной части фталевого ангидрида в последующие порции начинает попадать небольшое количество м-изомера. Возогнавшиеся фракции кислот, представляющие собой смесь изомеров, должны идти на повторный цикл сублимации.

Количество отделенного таким образом чистого фталевого ангидрида достигает 78—90% от теоретического в расчете на взятую для разделения фталевую кислоту. Около 7—10% фталевого ангидрида попадает в смешанные фракции вместе с небольшим количеством начинающей возгоняться изофталевой кислоты.

Предполагалось, что оставшуюся изофталевою кислоту можно получить в чистом возогнанном виде, повышая температуру до 340 — 350° . Опыты по высокотемпературной возгонке показали, что при этом получают потери изофталевой кислоты за счет частичного разложения ее при высокой температуре. Поэтому целесообразнее проводить возгонку только о-изомера в виде фталевого ангидрида. Оставшаяся невозогнанной изофталевая кислота помещается в какую-либо емкость и для лучшей очистки растворяется в аммиаке, профильтровывается и выделяется из маточника подкислением разбавленной серной или соляной кислотой. Выделенная кислота промывается небольшим количеством воды для удаления возможных остатков сульфата аммония и неорганической кислоты. Получается чистая изофталевая кислота с выходом 93—98%.

Для идентификации от разделенных кислот были получены диметилловые эфиры путем каталитической этерификации. Выделенный диметилловый эфир изофталевой кислоты имел до очистки температуру плавления 63 — $67,5^{\circ}$, а после сублимации — $66,5$ — $67,5^{\circ}$.

При этерификации навески первого возогнанного осадка кристаллы диметиллового эфира не выделились, что является подтверждением его состава как фталевого ангидрида. Кроме того, температура плавления

данного возогнанного осадка — 126 — 131° , что также соответствует температуре плавления неокончательно очищенного фталевого ангидрида (сырца).

Таким образом, способ разделения фталевых кислот методом высаливания и селективной сублимации дает возможность довольно полно разделять изомеры на соответствующих стадиях процесса деления согласно описанной выше схеме.

Разрабатываемый способ деления кислот связан с затратами неорганической соли. Поэтому для практического применения метода в целях экономии неорганической соли используемые при разделении насыщенные растворы целесообразнее направлять повторно на новые циклы разделения. Описанный метод является довольно простым по методике и не требует сложной аппаратуры.

Выводы

1. Изучено выделение соли терефталевой кислоты методом насыщения водных растворов аммонийных или натриевых солей фталевых кислот неорганической солью. Терефталевая кислота выделяется из смеси изомеров в количестве до 95%.

2. Приведены данные по выделению терефталевой кислоты высаливанием различными неорганическими солями в зависимости от их растворимости.

3. Показана возможность разделения смеси изофталевой и фталевой кислот путем превращения о-изомера во фталевый ангидрид с последующей его сублимацией.

4. Дана схема разделения тройной смеси изомеров фталевых кислот.

Уральский филиал АН СССР

Поступила в редакцию
23/VII 1959

ЛИТЕРАТУРА

1. Ам. патент № 2721190, 18. 10. 1955; РЖХ, 20557, 1957.
2. Ам. патент № 2684382, 20. 7. 1954; РЖХ, 7818, 1956.
3. Англ. патент № 695566, 12. 8. 1953; РЖХ, 37198, 1956.
4. Ам. патент № 266440, 29. 12. 1953; РЖХ, 10442, 1955.
5. Ам. патент № 2745872, 1956; РЖХ, 61914, 1958.
6. Ам. патент № 2794831, 4. 6. 1957; С. а., 16550, 1957.
7. Г. Х. Ходжаев, А. П. Ибрагимов, Разделение и анализ смеси бензойной и фталевой кислот. ДАН УзССР, № 10, 1952.
8. А. Ф. Добрянский, Р. Д. Оболенцев, Механизм ароматизации. ЖОХ, т. VIII, вып. 17, 1938.

А. И. САКС

ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ВИДОВ И СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ

В связи с особенностями климата Западной Сибири главную роль в местном садоводстве должны играть ягодники, особенно вокруг крупных промышленных центров. Целесообразность расположения ягодников в непосредственной близости к городу определяется тем, что большинство ягод не выдерживает длительных перевозок. В семилетнем плане развития садоводства в Новосибирской области в среднем планируется под ягодники около 40% всей площади под садами [1, 2]. Известный селекционер Сибири Д. А. Андрейченко указывает, что земляника по урожайности занимает в Сибири среди ягодников второе место [3]. Во многих странах в производстве ягод она является одной из важнейших раннеплодных и экономически выгодных культур. Не случайно в ягодоводстве США, Канады, Англии земляника в настоящее время занимает более 50% [4, 5].

В сибирских условиях широкое внедрение в производство этой культуры затрудняется недостаточной устойчивостью имеющихся сортов земляники к низким температурам [1, 3, 6]. Однако и летние условия оказываются не всегда благоприятными для земляничной плантации. У земляники (неремонтантной) плодовые почки закладываются после плодоношения во второй половине лета, а в связи с этим летние погодные условия, агротехника на плантации, применяемые удобрения оказывают очень большое влияние на урожай. Сильно влияет на формирование плодовых почек земляники летняя обеспеченность плантации влагой.

Для степной зоны в целом характерны весенние суховеи и летние почвенные засухи, что сказывается отрицательно на урожае. В Новосибирской области южные природно-экономические зоны (Кулундинская и Южно-Барабинская) характеризуются недостаточным увлажнением для многих полевых культур, а для влаголюбивой земляники тем более. Многолетний гидротермический коэффициент этих зон колеблется от 0,5 до 1,0; в период температур в 10° и выше осадков выпадает здесь от 150 до 200 мм. Центральная Барабинская и Пригородная зоны характеризуются несколько лучшим увлажнением, но по годам и сезонам года оно неустойчиво; в этих зонах в расматриваемый температурный период количество выпадающих осадков колеблется от 200 до 250 мм, а многолетний гидротермический коэффициент лежит в пределах 1,0—1,4 [7, 8]. Таким образом, в этих природно-экономических зонах Новосибирской области борьба за накопление влаги в почве и за ее более продуктивное использование имеет первостепенное значение. Здесь, кроме культурной агротехники, очень важен также путь широкого привлечения в производство наиболее засухоустойчивых стандартных сортов и выведение новых сортов земляники, более приспособленных к местным условиям [1, 3, 6].

Видовая и сортовая физиология земляники по водному режиму совершенно не изучена. Знание периодов максимальной потребности дан-

ного сорта во влаге, знание интенсивности и скорости водообмена в организме позволят ирригаторам и агрономам построить более эффективную агротехнику сухой и поливной культуры, обеспечивающую сорт влагой наилучшим образом. Для успешной селекции земляники очень важно знать также водный режим исходного селекционного материала и вновь выводимого сорта.

Мы в течение последних трех лет изучали водообмен и сравнительную засухоустойчивость некоторых видов и сортов земляники. В 1956 г. наши эксперименты проводились в Ростовской области, а в 1957 и 1958 гг. — в Новосибирской. Данная статья содержит результаты исследования особенностей потребления влаги различными видами и сортами земляники.

Методы и условия проведения опыта

Мы изучали водный режим сортов земляники вегетационным и полевым методами на двухлетних растениях (на 2-ом году жизни); до высадки их весной они выращивались в поле размножения в сравнимых условиях. В 1956—1957 гг. в вагнеровский сосуд сажали по 3 растения, а в 1958 г. — по 4. Повторность в опытах пятикратная. Поливы (верхний и нижний) производились в течение всего опытного периода только по весу. Уровень увлажнения почвы рассчитывался по полной влагоемкости почвы. В схеме опытов всех лет были установлены варианты увлажнения почвы: 1) до укоренения — оптимум, а затем $35 \pm 5\%$ (почвенная засуха); 2) $70 \pm 5\%$ (оптимум); 3) $105 \pm 5\%$ (затопление 45 суток) от полной влагоемкости почвы. В 1956 г. опыт ставился на южном черноземе, а в 1957 и 1958 гг. — на выщелоченном черноземе. Коэффициент завядания земляники Смена на выщелоченном черноземе равен 5,52% к абсолютно сухой почве. В 1957—58 гг. виды и сорта земляники изучались на разных вариантах увлажнения почвы в сочетании с разными удобрениями. Удобрения применялись в следующих видах и нормах на 1 кг почвы: гранулированный суперфосфат, P_2O_5 — 0,07 г; гранулированная аммонийная селитра, N — 0,05 г; калийная соль, K_2O — 0,04 г.

Чистосортный материал по землянике получен нами из Главного Ботанического сада АН СССР, из Центрального Ботанического сада Сибирского отделения АН СССР, от Бердской плодово-ягодной опытной станции.

В наших трехлетних опытах погодные условия лета не могли оказывать особенно большого влияния, так как в вегетационном опыте варианты увлажнения почвы строго поддерживались регулярными поливами по весу. На делянках также применялся полив. Различия лет по температуре воздуха, его относительной влажности, ветру и т. п., безусловно, оказывали определенное влияние на водообмен и транспирацию растений.

В 1956 г. (май — июль) опыт проводился в Ростовской области на защищенной от ветра вегетационной площадке; двухлетние кусты высаживались 3 мая. В 1957 и 1958 гг. опыты проводились в Новосибирской области в июне — августе на вегетационной площадке, не защищенной от ветра; двухлетние кусты высаживались в 1957 г. 13 июня, а в 1958 г. — 4 июня.

В Ростовской области (1956 г.) опыт был заложен на месяц раньше, температура воздуха при этом была выше (в июне на 4,7°, в июле на 4,1°), а относительная влажность воздуха меньше, чем при проведении опытов в Новосибирской области (1957—1958 гг.). Но так как вегетационная площадка здесь была хорошо защищена от ветра, испарение

воды почвой и свободной водной поверхностью было меньше, чем в Новосибирской области, где опыты велись на открытой площадке почти под непрерывным ветром в 3—4 м/сек.

По сравнению с 1957 г., август 1958 г. в Новосибирской области был несколько теплее (в среднем на 1,3°), а относительная влажность воздуха была меньше на 5%, при одинаковой в оба года средней силе ветра. В результате за время опыта в 1958 г. испарение влаги было большим, чем за тот же период в 1957 г. Температура воздуха в 1957 г. близка к средним многолетним показателям, а в 1958 г. — выше средней многолетней «нормы»; данные относительной влажности воздуха 1957—1958 гг. несколько выше, чем средние многолетние; скорость ветра в эти два года (имеются в виду месяцы проведения опытов) больше средней многолетней.

Результаты опытов

Для изучения транспирации сортов, динамики потребления растениями воды в летний период мы применили в вегетационных опытах обычный весовой метод [9, 10]. Транспирация ежегодно учитывалась в течение всего периода опыта. По испарению воды контрольными сосудами с почвой и чистой водой (без растений), расставленными между сосудами с растениями, мы судили о физическом испарении воды самой почвой соответствующего варианта опыта и свободной водной поверхностью. Кривые испарения воды почвой и свободной водной поверхностью хорошо отражают динамику погодных условий физического испарения воды в опытах, а также в какой-то степени суммарное влияние элементов погоды в разные годы на физиологический процесс транспирации растений.

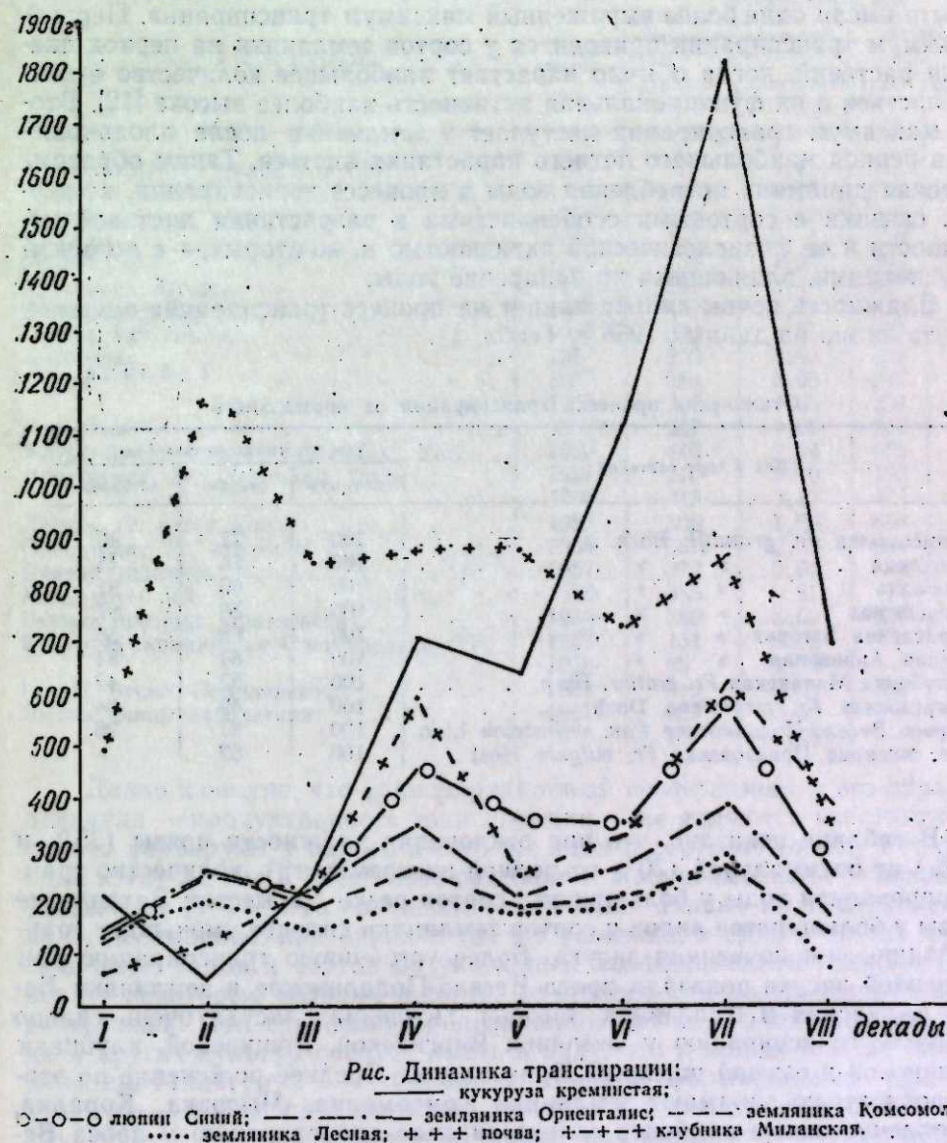
Для выяснения видовой специфики земляники в динамике транспирации, а, следовательно, и в водопотреблении во времени, мы сравнивали виды и сорта земляники с другими культурами — с кукурузой, просом, пшеницей, люпином. Некоторые данные изучения транспирации приведены на рисунке, где показано, что у разных видов растений динамика транспирации за летний период различна. Максимум потребления воды приходится у разных культур на разное время, образуя пики разной остроты. Например, у земляники Комсомолки, Ориенталис, Виргинской, клубники Миланской максимум транспирации приходится на IV и VII декады опыта; у озимой пшеницы Приазовской — на III и IV декады, у проса — на VI декаду, а у кукурузы Кремнистой максимум транспирации происходит в VII декаде.

Максимум транспирации растений и максимум физического испарения воды почвой и водной поверхностью приходится на разные декады. Физическое испарение воды в наших опытах достигает максимума во второй декаде (в 1956 г. — 21. VI, в 1957 г. — 11. VII, в 1958 г. — 1. VII), а максимумы транспирации приходятся у ряда культур на более позднее время.

Это расхождение максимумов расхода воды во времени объясняется тем, что сама транспирирующая листовая поверхность достигает наибольшей величины во второй половине лета, а интенсивность транспирации также изменяется в онтогенезе. В наших опытах ко времени второго максимума транспирации сорта садовой крупноплодной земляники (*Fr. grandiflora* Ehrh.) имели на 10—15% больше листьев, чем в период первого максимума транспирации, а у Ориенталис (*Fr. orientalis* Los.) эта разница доходила до 20—25% всех листьев.

Такая динамика нарастания листьев у земляники установлена и в других зонах СССР [11]. Кроме того, функциональная активность листь-

ев обычно несколько возрастает ко времени цветения растения, что у земляники совпадает в наших опытах со второй декадой, а у других культур приходится на более поздний период. Все это создает различия в водопотреблении культур во времени. Специфика транспирации у видов



земляники выражается и в относительно равномерном потреблении влаги за лето. У земляники нет таких острых пиков в динамике транспирации, как у кукурузы, пшеницы и т. д. У земляники Комсомолка максимум транспирации составил при оптимальной влажности почвы в 1958 г. 17% от всей транспирированной за лето воды, у вида Ориенталис (*Fr. orientalis* Los.) максимум транспирации равнялся соответственно 19% от всей израсходованной воды, у кукурузы кремнистой Славгородской 27% за это же время максимум транспирации составил 33% от всей транспирированной воды. В 1956 г. при оптимальном увлажнении почвы у земляники Комсомолка максимум транспирации составил 25%, у Виргинской соответственно 22%, а у озимой пшеницы Приазовской — 29% от

всей воды, потребленной за весь период опыта. Из приведенных данных также видно, что для большинства сортов и видов земляники характерно наличие двух максимумов в потреблении воды во времени; лишь у земляники Виргинской (*Fr. virginiana* D.) и у Лесной (*Fr. vesca* Linn.) мы в опыте имели один более выраженный максимум транспирации. Первый максимум транспирации приходится у сортов земляники на период цветения растений, когда обычно нарастает наибольшее количество весенних листьев и их функциональная активность наиболее высока [12]. Второй максимум транспирации наступает у земляники после плодоношения в период наибольшего летнего нарастания листьев. Таким образом, сортовая динамика потребления воды в процессе транспирации, во-первых, связана с сортовыми особенностями в разрастании листовой поверхности и ее физиологической активностью и, во-вторых, — с погодными условиями, влияющими на испарение воды.

Влажность почвы сильно влияет на процесс транспирации земляники, что видно из данных 1956 г. (табл. 1).

Таблица 1

Отклонение процесса транспирации от нормального

Вид и сорт растения	Вся транспирированная вода, %		
	оптимум	засуха	затопление
Комсомолка <i>Fr. grandifl.</i> Ehrh.	100	71	45
Мысовка >	100	76	45
Коралка >	100	66	97
Рощинская >	100	58	87
Красавица Загорья >	100	88	56
Белая Ананасная >	100	84	84
Клубника Миланская <i>Fr. elatior</i> Ehrh.	100	52	42
Виргинская <i>Fr. virginiana</i> Duch.	100	49	64
Просо Весело-Подольское <i>Pan. miliaceum</i> Linn	100	87	26
Оз. пшеница Приазовская <i>Fr. vulgare</i> Host	100	57	—

В таблице показано, что при отклонении влажности почвы (35% и 105%) от оптимальной (70% от полной влагоемкости), количество транспирированной воды у большинства сортов резко снижается. Затопление почвы у большинства видов и сортов земляники сильнее уменьшает транспирацию, чем почвенная засуха. Более устойчивую транспирацию при почвенной засухе показали просо Весело-Подольское и земляники Белая Ананасная и Красавица Загорья. Почвенная засуха очень сильно подавила транспирацию у земляник Виргинской, Рощинской, клубники Миланской и озимой пшеницы Приазовской. Среднее положение по этому показателю занимают земляники Комсомолка, Мысовка, Коралка. Затопление почвы наиболее сильно снизило транспирацию у проса Весело-Подольского, наименьшее снижение транспирации имело место у земляник Коралки и Белой Ананасной. Остальные сорта земляники занимают промежуточное положение. Таким образом, по устойчивости процесса транспирации в разных условиях увлажнения почвы в наших опытах выделяются земляники Белая Ананасная и Коралка, просо устойчиво в условиях засухи, но совершенно неустойчиво к затоплению; малоустойчивыми по транспирации к варьирующим условиям увлажнения почвы оказались также земляники Рощинская, Виргинская и клубника Миланская.

Удобрения в наших опытах не изменяли характера водопотребления во времени, но в связи с увеличением мощности и массы растения на удобренных фонах обычно увеличивается и транспирация.

В физиологической характеристике видов и сортов по водному режиму важными показателями являются транспирационный коэффициент и продуктивность транспирации. Трехлетние данные приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Транспирационный коэффициент и продуктивность транспирации

Вид и сорт растений	Годы опытов	Коэффициенты при			
		оптимальной влажности		почвенной засухе	
		транспирации	продуктивности	транспирации	продуктивности
Комсомолка <i>Fr. grandiflora</i> Ehrh.	1956	210	4,47	345	2,89
	1958	165	6,06	210	4,76
Мысовка >	1956	414	2,42	727	1,38
Коралка >	1956	405	2,44	729	1,36
Рощинская >	1956	732	1,36	550	1,82
Красавица Загорья >	1956	291	3,44	827	1,21
Белая Ананасная >	1956	562	1,78	829	1,20
Сеянец Комсомолки >	1957	274	3,65	423	2,36
Колхозная >	1957	276	3,62	322	3,11
Смена >	1957	253	3,95	243	4,03
	1958	245	4,08	254	3,93
Полярная >	1957	247	4,05	210	4,76
Клубника Миланская <i>Fr. elatior</i> Ehrh.	1956	446	2,24	666	1,50
Виргинская <i>Fr. virginiana</i> Duch.	1957	270	3,70	192	5,21
	1956	315	3,17	475	2,10
Лесная <i>Fr. vesca</i> Linn.	1958	509	1,96	664	1,50
Ориенталис <i>Fr. orientalis</i> Los.	1958	367	2,72	331	3,02
Яровая пшеница	1957	272	3,67	—	—
Мильтурум 553	1958	355	2,81	—	—
Озимая пшеница Приазовская	1956	280	3,57	386	2,59
Кукуруза кремнистая Славгородская 270	1957	151	6,62	—	—
	1958	85	11,76	—	—
Просо Весело-Подольское	1956	312	3,21	326	3,07
Люпин синий однолетний	1957	259	3,86	—	—
	1958	407	2,45	—	—

Давно известно, что транспирационный коэффициент и его обратная величина — продуктивность транспирации — не являются константами и сильно варьируют у одного и того же вида и сорта по годам, а также в один и тот же год в онтогенезе растения и в зависимости от условий выращивания [9, 13]. Это подтверждают и наши данные по землянике. Однако, несомненно, при одних и тех же условиях, в одно и то же время сравнение видов и сортов по указанным коэффициентам позволяет выявить некоторые видовые и сортовые особенности использования влаги растениями. При сравнении транспирационных коэффициентов земляники и других культур следует иметь в виду, что в наших опытах яровая пшеница Мильтурум 553 убиралась в начале формирования зерновки, кукуруза — в фазе цветения, люпин — в фазах зеленых бобов; этим объясняется то, что транспирационные коэффициенты у этих культур в наших опытах низкие, а продуктивность транспирации высокая. Из табл. 2 видно, что при оптимальной влажности почвы наивысшая продуктивность транспирации и наименьший транспирационный коэффициент у кукурузы Славгородской 270; на каждый литр транспирированной воды ею создано от 6,62 г до 11,76 г сухой кукурузной массы. При этих же условиях выделяются своей высокой продуктивностью транспирации земляники Комсомолка (от 4,47 до 6,06) и местные стандартные сорта Бердской плодово-ягодной станции — Смена и Полярная (от 3,95 до 4,08 г). Самой низкой продуктивностью транспирации характеризуются

земляники Рощинская (1,36), Белая Ананасная (1,78) и дикая Лесная (1,96). Остальные сорта земляники — Мысовка, Коралка, Красавица Загорья, Сеянец Комсомолки, Колхозная, Виргинская, Ориенталис, клубника Миланская — занимают промежуточное положение по продуктивности использования воды (от 2,24 до 3,70), приближаясь по этому показателю к пшенице яровой Мильтурум 553 (от 2,81 до 3,67), озимой пшенице Приазовской (3,57), люпину синему однолетнему (от 2,45 до 3,86), просу Весело-Подольскому (3,21).

Длительная почвенная засуха почти у всех культур и сортов повысила транспирационный коэффициент и снизила продуктивность использования влаги. В условиях почвенной засухи снова выделяются высокой продуктивностью транспирации местные районированные в Сибири сорта земляники Смена (3,93—4,03), Полярная (4,76), а также союзный стандартный сорт Комсомолка (2,89—4,76). Хорошая продуктивность транспирации в условиях засухи у земляники Ориенталис (3,02), у местного сорта Колхозной (3,11); эти сорта приближаются к показателям проса (3,07). Все остальные сорта земляники — Мысовка, Коралка, Рощинская, Красавица Загорья, Белая Ананасная, Сеянец Комсомолки, Виргинская, дикая Лесная — в условиях почвенной засухи сильно понизили продуктивность транспирации и характеризуются весьма непродуцибельным использованием влаги.

Мы в течение 2 лет изучали влияние удобрений на продуктивность использования почвенной влаги видами и сортами земляники.

Таблица 3:

Влияние удобрений на продуктивность транспирации сортов при разном увлажнении почвы

Виды и сорта земляники	Годы опытов	Оптimum увлажнения			Засуха		
		контроль	РК	НРК	контроль	РК	НРК
Комсомолка	1958	6,06	4,85	4,54	4,76	2,48	1,52
Смена	1958	4,08	5,15	4,59	3,93	2,35	1,61
Лесная	1958	1,96	1,80	0,87	1,50	1,07	0,65
Ориенталис	1958	2,72	3,20	3,15	3,02	2,68	2,38
Сеянец Комсомолки	1957	3,65	—	7,04	2,36	—	4,69
Колхозная	1957	3,62	—	6,49	3,11	—	4,00
Полярная	1957	4,05	—	7,41	4,76	—	3,52
Клубника Миланская	1957	3,70	—	6,10	5,21	—	3,72

Из табл. 3 видно, что удобрения (РК, НРК) в условиях оптимальной влажности почвы (70% от п. вл.) почти у всех сортов и видов земляники повысили продуктивность использования воды; исключением оказались Комсомолка и Лесная, снизившие продуктивность транспирации на РК и НРК при оптимальном увлажнении.

При почвенной засухе большинство сортов земляники реагировало на удобрения отрицательно. При засухе удобрения снизили продуктивность транспирации у Комсомолки, Смены, Полярной, Лесной, Ориенталис и клубники Миланской; повысили продуктивность транспирации под влиянием удобрений в условиях засухи Сеянец Комсомолки и Колхозная. Таким образом, минеральные удобрения всегда способствуют более продуктивному использованию влаги земляникой лишь при хорошей увлажненности почвы.

В характеристике водного режима сортов земляники важными показателями являются интенсивность транспирации, коэффициент скорости водообмена в организме в тот или иной период жизни растений. Для определения интенсивности транспирации и скорости водообмена мы использовали целые растения с корневищами, удаляя лишь корни. Учет

транспирации производился по методу Л. А. Иванова [14, 15] и методу Арланда [16]. По Иванову мы давали экспозицию 5 мин., а по Арланду — 30 мин. в лаборатории на рассеянном свете. Коэффициент водообмена, предложенный впервые Л. А. Ивановым [17], выясняет важную сторону водного режима сорта — относительную скорость смены всего запаса воды в тканях растений. Д. И. Колпиков [18] выражает коэффициент водообмена отношением $\frac{\text{интенсивность транспирации в мг в час}}{\text{запас всей воды в организме в г}}$

Мы считаем более правильным выражать коэффициент скорости водообмена в часах, получаемых из отношения $\frac{\text{интенсивность транспирации в г на 100 г сухой массы в час}}{\text{запас воды в г на 100 г сухой массы организма}} =$

интенсивность транспирации в г на 100 г сухой массы в час = коэффициент водообмена. Исчисляя коэффициент водообмена таким путем, мы допускаем неточность в том, что, во-первых, считаем весь запас воды в организме активной свободной водой, одинаково быстро испаряемой [19], и, во-вторых, допускаем, что интенсивность транспирации в течение суток одинаковая. Полученные нами экспериментальные данные за 1956 и 1958 гг. приводятся в таблицах 4 и 5.

Таблица 4

Сравнение методов определения интенсивности транспирации

Виды и сорта земляники	Вариант опыта	По Иванову за 5 мин.		По Арланду за 30 мин.		Отношение показаний метода Арланда к методу Иванова	
		транспирировано в г на 100 г				по сухой массе	по запасу воды
		сухой массы	запаса воды	сухой массы	запаса воды		
Смена <i>Fr. grandiflora</i> Ehrh.	35% О	2,9	1,1	16,6	6,7	5,72	6,09
	35% РК	3,1	1,0	19,5	6,2	6,29	6,20
	70% О	3,0	0,8	20,0	5,3	6,66	6,62
	70% РК	7,5	2,0	26,3	7,2	3,51	3,60
Лесная <i>Fr. vesca</i> Linn.	35% О	3,1	1,5	24,0	11,8	7,74	7,86
	35% РК	5,4	1,9	33,5	11,6	6,20	6,10
	70% О	7,7	2,6	38,4	12,8	4,98	4,92
	70% РК	11,7	3,8	43,2	14,1	3,69	3,71

В табл. 4 приведены данные опыта от 14.VII—1958 г. по сравнению методов Иванова и Арланда в определении интенсивности транспирации сорта; опыт проводился в лаборатории в 12—13 час. дня на рассеянном свете, без ветра, при температуре воздуха 24,5°, относительной влажности воздуха 60%. Опыты, проведенные таким же путем в других фазах растений (24. VII—18. VIII), дали аналогичные результаты. В наших опытах с земляникой сорта и большинство вариантов опыта получили по интенсивности транспирации, определенной методами Иванова и Арланда, сравнительно аналогичную характеристику. Земляника Лесная в обоих случаях характеризуется гораздо большей интенсивностью транспирации. Среди вариантов наших опытов наименее интенсивная транспирация наблюдается у обоих сортов в варианте 35% О, а наиболее интенсивная транспирация у растений варианта 70% РК. На этих вариантах проявляются и видовые особенности, а именно, у земляники Смена интенсивность транспирации между крайними вариантами (на сухой вес) отличается в 2,58 раза по Иванову и в 1,58 раза по Арланду. На этих же вариантах у Лесной земляники разница в интенсивности транспирации гораздо больше, а именно, в 3,77 раза по Иванову и в 1,80 раза по Арланду. Из этих же данных следует, что между показателями сравниваемых методов Иванова и Арланда имеются и несоответствия;

например, интенсивность транспирации, учтенная по Арланду, со временем сильно снижается, что особенно проявилось у обоих сортов в варианте наибольшей интенсивности транспирации — 70%, РК; по этому варианту отношение показаний метода Арланда к показателям метода Иванова колеблется от 3,51 до 3,71; такие же относительно сниженные показания дал метод Арланда у земляники Лесной в варианте 70%, О (4,92—4,98). В остальных вариантах опыта у обоих сортов соотношение показателей интенсивности транспирации колеблется около 6, т. е. почти пропорционально времени экспозиции (по Арланду экспозиция в 6 раз дольше). Очевидно, при более напряженных внешних условиях транспирации, когда запасы особенно свободной воды в растениях быстрее истощаются, показания метода Арланда будут сильнее отклоняться от показаний метода Иванова.

Таблица 5

Коэффициент водообмена сортов земляники

Сорт и вид	Вариант опыта	Год, дата и часы опыта	Фенофаза растений	Температура воздуха	Относительная влажность воздуха	Запас воды в г на 10 г абс. сухой массы	Интенсивность транспирации на 100 г абс. сухой массы в час	Коэфф. водооб. в час
Комсомолка	С деленок сортоиспытания	1956, 21/V с 11 до 12 часов дня	Цветение	22,5°	51%	246	11,5	21,4
Мысовка						243	8,8	27,6
Коралка						204	6,2	32,9
Виргинская						186	8,5	21,9
Смена	35% О	1958, 14/VII 12—13 часов дня	Цветение — начало завязывания ягод	24,5°	60%	249	22,4	11,1
»	70% О					315	30,7	10,2
Лесная	35% О					203	27,5	7,4
»	70% О					299	48,1	6,2
Смена	35% О	1958, 18/VIII 12—13 часов дня	После плодоношения	17,6°	52%	221	19,1	11,6
»	70% О					219	18,7	11,7
Лесная	35% О					173	37,0	4,7
»	70% О					219	34,9	6,3

Из табл. 5 видно, что сорта земляники значительно отличаются друг от друга по коэффициенту водообмена. В опытах 1956 г. более быстрой заменой воды характеризуются сорта Комсомолка и Виргинская; более медленный влагооборот имеет место у Коралки и Мысовки. В 1958 г. во всех опытах и на всех вариантах увлажнения почвы высокая интенсивность транспирации при меньшем общем запасе воды в организме приводит у земляники Лесной к быстрой смене воды в теле растений (за 4,7—6,2 часа); у земляники Смены влагооборот более медленный (за 10,2—11,7 часа). Более высокая влажность почвы в сосудах обычно увеличивает содержание воды в тканях растений и большей частью одновременно повышает интенсивность транспирации, на коэффициент водообмена в наших опытах она не оказывала заметного влияния.

В 1956 г. во многих опытах сорт Коралка выделялся меньшей интенсивностью транспирации: в этом наши данные совпадают с результатами опытов Д. Ф. Проценко [20]. Комсомолка обычно имела сравнительно высокую интенсивность транспирации (но не во всех фазах); земляники Мысовка и Виргинская в этих же условиях показывали среднюю интенсивность транспирации. Наши морфолого-анатомические исследования [21, 22] показали, что земляника Виргинская отличается резко

выраженной ксероморфностью, а Комсомолка, Коралка и Мысовка — мезоморфны. Сопоставляя ксероморфизм с транспирацией, мы видим, что у сортов и видов земляники нет прямой связи между ксерофитностью и интенсивностью транспирационного процесса или коэффициентом водообмена; такие сорта и виды земляники, как Виргинская (*Fr. virginiana* Duch.) и Мысовка (*Fr. grandiflora* Ehrh.) с резко различной анатомией [22] имеют одинаковую интенсивность транспирации, а мезоморфные сорта Комсомолка и Мысовка показывают разную интенсивность транспирации и разный коэффициент водообмена.

Морфолого-анатомически Лесная земляника более ксероморфна, чем Смена, и транспирирует наиболее интенсивно. Все это подтверждает и на землянике известный вывод акад. Н. А. Максимова об ошибочности теории Шимпера, т. е. данные говорят о том, что ксероморфизм не всегда связан с меньшей интенсивностью транспирации [9].

Таблица 6

Водоудерживающая способность листьев земляники

Виды и сорта	Год и дата опыта	Вариант	Фенофаза растений	Метод определения	% воды к абсолютно сухой массе			% испарившейся воды от всего запаса воды
					исходный	конечный	испарилось	
Комсомолка Мысовка Коралка Виргинская	1956, 21/V	с деленок сортоиспытания	цветение	эксикаторный	246	205	41	17
					242	194	45	18
					202	171	31	15
					186	138	48	25
Комсомолка Мысовка Коралка Виргинская	1958, 23/VII	.	после плодоношения	эксикаторный	256	225	31	12
					249	210	39	16
					258	209	49	19
Смена	1958, 18, VIII	35% О 35% РК 70% О 70% РК	после плодоношения	высыхание на воздухе в лаборатории при температуре 14,4°—22,0°, при относит. вл. воздуха 55%—42%	221	164	57	26
					226	185	41	24
					219	163	56	27
					245	170	75	30
					173	62	111	61
Лесная	1958, 18/VIII	35% О 35% РК 70% О 70% РК	.	.	184	69	115	63
					219	144	75	34
					222	116	106	48

Для сравнительной характеристики видовых и сортовых особенностей водообмена земляники мы учитывали также водоудерживающую способность листьев эксикаторным методом (над серной кислотой) и высушиванием (завяданием) на воздухе в лаборатории при трехчасовой экспозиции [23, 24]. Некоторые опытные данные за 1956 и 1958 гг. приведены в табл. 6, из которой видно, что по водоудерживающей способности между видами и сортами земляники значительная разница.

В опытах 1956 г. резко выделяется меньшей водоудерживающей способностью земляника Виргинская, особенно в фазе после плодоношения. Относительно более высокой водоудерживающей способностью в

период цветения характеризуется сорт Коралка, а осенью после плодоношения сорт Комсомолка. В опытах 1958 г. во всех случаях земляника Лесная (*Fr. vesca* Linn.) выделяется низкой водоудерживающей способностью в сравнении с местным стандартным сортом Смена. В нашем опыте фосфорно-калийные удобрения при их внесении в почву до высадки растений несколько снижали водоудерживающую способность. Эти данные по водоудерживающей способности листьев видов и сортов земляники согласуются с вышесказанными данными по интенсивности транспирации и коэффициенту водообмена. Например, земляника Лесная обладает низкой водоудерживающей способностью, высокой интенсивностью транспирации и наиболее быстрым водообменом.

Более ксероморфные по анатомии виды Лесная и Виргинская содержат в листьях значительно меньше воды, чем сорта вида Крупноплодная садовая земляника, например, Смена, Комсомолка, Мысовка, Коралка.

При определении водоудерживающей способности целых листьев на результатах опыта сказываются, помимо действия осмотически активных веществ и биокolloидов, удерживающих воду, морфолого-анатомические особенности листьев разных видов и сортов. В целях исключения влияния последних и выяснения особенностей самих биокolloидов протоплазмы Л. А. Иванов [25] применил учет водоудерживающей способности мезги — мелко растертой массы листьев. Мы в 1958 г. провели несколько опытов указанным методом Л. А. Иванова, при этом одинаковые навески мезги в стеклянных открытых бюксах одинакового размера стагились на высыхание в лаборатории на три часа. Результаты некоторых опытов приведены в табл. 7.

Таблица 7

Водоудерживающая способность биокolloидов мезги 2-го и 3-го этажей листьев (счет сверху) земляники

Вид и сорт	Вариант опыта	Дата опыта и фенофаза	Температура воздуха	Относит. влажность возд., в %	% воды к абсолютно сухой массе		
					исходный	конечный	испарилось
Смена	35% О	10/VII, цветение	22,5°	71	218	214,0	4,0
	35% РК	"			288	269,5	18,5
	70% О	"			301	291,0	10,0
	70% РК	"			339	335,5	3,5
Лесная	35% О	10/VII, цветение	"	"	172	164,0	8,0
	35% РК	"			169	144,0	25,0
	70% О	"			199	181,0	18,0
	70% РК	"			290	281,0	9,0
Смена	35% О	14 VIII, после плодоношения	19,2°	57	236	231,0	5,0
	35% РК	"			253	233,0	20,0
	70% О	"			228	221,0	7,0
	70% РК	"			258	245,0	13,0
Лесная	35% О	14/VIII, после плодоношения	"	"	119	107,5	11,5
	5% РК	"			180	151,5	28,5
	70% О	"			206	187,5	18,5
	70% РК	"			186	166,0	20,0

Сравнивая показатели водоотдачи за 3 часа экспозиции целых листьев и мезги (табл. 6 и 7), мы должны отметить меньшие потери воды во втором случае. Видовая специфика Лесной земляники четко выступает в том, что ее биокolloиды отличаются гораздо меньшей водоудерживающей способностью в сравнении с местным сортом Смена. На фоне

длительной почвенной засухи без удобрения (35%, О) водоудерживающая способность биокolloидов выше, чем на фоне постоянного оптимального увлажнения (70%, О). Фосфорно-калийное питание изменяет в разных фенофазах растений водоудерживающую способность биокolloидов по-разному. В наших опытах в условиях длительной засухи под влиянием РК у обоих сортов во всех фенофазах водоудерживающая способность биокolloидов листьев снизилась. При постоянно оптимальном увлажнении почв фосфор и калий, наоборот, повысили водоудерживающую способность биокolloидов у обоих сортов в период цветения; однако, в более поздней фенофазе, после плодоношения при оптимальной влажности почвы под влиянием РК водоудерживающая способность биокolloидов протоплазмы вновь несколько снизилась.

Выводы

1. Виды и сорта земляники отличаются друг от друга по динамике транспирации за летний период. Имеют место большие видовые отличия земляники по динамике водопотребления в сравнении с другими культурами. Для большинства сортов вида садовой крупноплодной земляники (*Fr. grandiflora* Ehrh.) типичны двухвершинные кривые водопотребления с незначительными максимумами транспирации, соответствующими периодам максимального роста листовой поверхности до фазы цветения и после плодоношения растений. У видов земляники Ориенталис (*Fr. orientalis* Los.) и Виргинской (*Fr. virginiana* D.) мы наблюдали одновершинную кривую транспирации с ясно выраженным максимумом после плодоношения растений. У кукурузы Славгородской 270 и озимой пшеницы Приазовской типичны одновершинные кривые водопотребления с большим максимумом в период выметывания (колошения) — цветения.

При недостатке и избытке воды в почве транспирация растений резко падает, причем затопление почвы вызывает у земляники большее подавление процесса транспирации, чем почвенная засуха. Наибольшее подавление процесса транспирации при засухе имело место у земляники Рощинской, Виргинской и клубники Миланской; к этим сортам приближается по депрессии транспирации в засухе озимая пшеница Приазовская. При почвенной засухе транспирация мало снижалась у земляники Белой Ананасной и Красавицы Загорья; просо Весело-Подольское также, как указанные сорта земляники, обладало наивысшей устойчивостью процесса транспирации при засухе. Однако при затоплении почвы у проса транспирация наиболее резко снизилась; более стойкими к затоплению почвы по процессу транспирации оказались земляники Белая Ананасная и Коралка. Остальные сорта земляники занимают среднее положение. Таким образом, земляника Белая Ананасная выделяется устойчивостью процесса транспирации при варьирующем увлажнении почвы.

В культуре видов и сортов земляники следует агротехнику и поливы применять так, чтобы наилучшим образом обеспечивать сорта влагой в периоды их максимального водопотребления, что поможет получать высокие и устойчивые урожаи даже в сухих степях.

2. Виды и сорта земляники сильно отличаются друг от друга по продуктивности транспирации и транспирационному коэффициенту. Наивысшей продуктивностью транспирации и наименьшим транспирационным коэффициентом обладали земляники Комсомолка, Смена, Полярная. Эти сорта имеют более высокую продуктивность транспирации, чем просо Весело-Подольское, но значительно меньшую, чем кукуруза Славго-

родская 270. Наименьший коэффициент продуктивности транспирации и наибольший транспирационный коэффициент оказался у земляники Рощинской, Белой Ананасной и Лесной. Сорта земляники Мысовка, Коралка, Красавица Загорья, Сеянец Комсомолки, Колхозная, Виргинская, Ориенталис и клубника Миланская обладают средним коэффициентом продуктивности транспирации и средним транспирационным коэффициентом, у яровой пшеницы Мильтурум 553, озимой пшеницы Приазовской и синего однолетнего люпина коэффициент продуктивности транспирации и транспирационный коэффициент одинаковы с показателями средней группы сортов земляники. В условиях длительной почвенной засухи у всех видов и сортов земляники снизилась продуктивность использования влаги и у всех возрос транспирационный коэффициент. В условиях почвенной засухи снова выделяются высокой продуктивностью транспирации сорта местной селекции — Смена, Полярная, Колхозная и стандартный сорт Комсомолка. Все виды и сорта земляники реагируют положительно на удобрения при оптимальном увлажнении почвы, повышая продуктивность использования влаги; при длительной почвенной засухе минеральные удобрения, наоборот, оказали большей частью отрицательное влияние, снизив коэффициент продуктивности транспирации; относительно лучшей реакцией на удобрения при засухе отличаются местные сорта Сеянец Комсомолки и Колхозная.

Поливную культуру земляники следует обязательно сочетать с удобрением плантации. При неполовливной культуре в засушливых районах следует удобрения применять лишь под определенные сорта и в минимальных нормах.

3. При определении интенсивности транспирации методами Иванова и Арланда сорта и варианты опытов большей частью получали одинаковую характеристику; у сортов и вариантов с наиболее интенсивной транспирацией метод Арланда давал большие отклонения от показателей метода Иванова; очевидно, различия между указанными методами будут увеличиваться при более напряженных условиях транспирации. Наивысшей интенсивностью транспирации характеризуется земляника Лесная (*Fr. vesca* Linn.); наименьшей — земляника Коралка (*Fr. grandiflora* Ehrh.); средняя интенсивность транспирации у Смены; Комсомолки (*Fr. grandiflora* Ehrh.) и Виргинской (*Fr. virginiana* D.).

4. Виды и сорта земляники значительно отличаются друг от друга по коэффициенту водообмена. Наиболее медленным водообменом характеризуются земляники Коралка, Смена; более быстрый водообмен у земляники Лесной, Комсомолки и Виргинской; средний водообмен у земляники Мысовки.

5. Между видами и сортами земляники существуют большие различия по водоудерживающей способности целых листьев и биоколлоидов листьев. Относительно более высокой водоудерживающей способностью обладают земляники Коралка, Комсомолка (последняя после плодоношения) и Смена; малой водоудерживающей способностью обладают земляники Лесная и Виргинская. Водоудерживающая способность мезги листьев у Лесной земляники значительно ниже, чем у Смены; процент сухого вещества в соке листьев выше у земляники Лесной; следовательно, более высокая водоудерживающая способность листьев Смены и низкая Лесной определяются в первую очередь особенностями их биоколлоидов, а не осмотически активными веществами сока из листьев. Фосфорно-калийные удобрения при длительной почвенной засухе во всех фазофазах, а при оптимальном увлажнении почвы в фазе после плодоношения растений, снижали водоудерживающую способность растений; при оптимальной влажности почвы в период до цветения растений фос-

форно-калийные удобрения, наоборот, повышали водоудерживающую способность растений.

6. Для получения межвидовых гибридов земляники селекционеры привлекают в качестве родительских форм дикие виды Ориенталис (*Fr. orientalis* Los.) и Лесную (*Fr. vesca* Linn.), предполагая, что они обладают устойчивостью к неблагоприятным условиям среды. Наши исследования показали, что виды Ориенталис и Лесная не обладают засухоустойчивостью, очень влаголюбивы и воду используют наименее продуктивно.

Новосибирский
сельскохозяйственный институт

Поступила в редакцию
6/VI 1959

ЛИТЕРАТУРА

1. И. М. Леонов, Мероприятия по дальнейшему развитию садоводства в Новосибирской области. Матер. выездной сессии по вопросам развития с. х. Новосибирской области, ВАСХНИЛ, 1958.
2. Перспективный план развития садоводства в Новосибирской области на 1957—1965 гг.
3. Д. А. Андрейченко, Ягодники Сибири. Новосибирск, 1952.
4. Д. Ш. Шумейкер, Культура ягодных растений и винограда. Пер. с англ. ИЛ, М., 1958.
5. Земляника, Пер. с англ. ИЛ, 1957.
6. М. А. Лисавенко, Вопросы сибирского садоводства. Новосибирск, 1958.
7. Л. И. Колдомасов, Климат Западной Сибири. Новосибирск, 1947.
8. Агроклиматический справочник по Новосибирской области. Новосибирск, 1959.
9. Н. А. Максимов, Физиологические основы засухоустойчивости растений. Изд. Всес. ин. п. Бот. и Н. К. Л. 1926.
10. Н. А. Максимов, Водный режим и засухоустойчивость растений. Избр. работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений, т. 1. Изд. АН СССР, М., 1952.
11. Н. А. Максимов, Краткий курс физиологии растений. Изд. 9, Сельхозиздат, М., 1958.
12. Н. Г. Жучков, Частное плодоводство. Сельхозгиз, М., 1954.
13. А. М. Алпатьев, Влагооборот культурных растений. Метеоздат. Л., 1954.
14. Л. А. Иванов, О методе определения испарения растений в естественных условиях произрастания. Лесной журнал, т. 48, № 1—2, 1918.
15. Л. А. Иванов и др., О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях. Бот. журн., т. 35, № 2, 1950.
16. A. Arland, Ein Beifrag zur Anwelkmetode. Sitzungsbericht. Dtsch. Akad. Landw., 1956.
17. Л. А. Иванов, Физиология растений. Сельхозгиз, М.-Л., 1931.
18. Д. И. Колпиков, Сравнительное изучение водного режима и засухоустойчивости стипаксерофитов. Сб. Памяти акад. Н. А. Максимова, изд. АН СССР, 1957.
19. А. М. Алексеев и Н. А. Гусев, Влияние состояния воды в листьях на процесс транспирации, ДАН СССР, т. 71, № 4, 1950.
20. Д. Ф. Проценко, Физиологическая характеристика засухоустойчивости некоторых сортов земляники. Гос. пед. ин-т, Астрахань, 1937.
21. А. И. Сакс, Н. В. Данько, Анатомические коэффициенты сортов земляники и клубники. Докл. VII науч. конф., посвящ. 40-летию Великой Октябр. соц. революции, вып. 3, изд. Томского ун-та, 1957.
22. А. И. Сакс, К изучению эколого-анатомических особенностей видов и сортов земляники. Изв. СО АН СССР, № 5, 1959.
23. П. А. Генкель, Современное состояние проблемы засухоустойчивости растений и дальнейшие пути ее изучения. Тез. докл. конф. по физиол. устойчив. раст. Изд. АН СССР, М., 1959.
24. П. А. Генкель, Диагностика засухоустойчивости культурных растений и способы ее повышения. Изд. АН СССР, М., 1956.
25. Л. А. Иванов, Транспирационное сопротивление и влияние на него высоких и низких температур. Физиол. растений, т. 4, вып. 5, 1957.

В. Г. МИНАЕВА

К ИЗУЧЕНИЮ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ПАТРИНИИ

Представители рода *Patrinia* (семейство *Valerianaceae* — валериановых) известны как заменители валерианы. Их седативное действие установлено еще в 30-х годах сотрудниками ВИЛАР, причем обнаружено, что по силе действия патриния на 50% превышает валериану [1].

Исследователями получены некоторые данные о химическом составе патринии. А. М. Сокольская [2], изучая патринию среднюю, выделила из корней до 13% сапонина патринина, относящегося к группе стероидальных сапонинов. Патринин имеет формулу $C_{53}H_{88}O_{15}$, точку плавления 180° и гемолитический индекс 1 : 40 000. Сокольской установлено [3], что выделенный сапонин состоит из сапогенина ($C_{21}H_{32}O_2$), фруктозы и глюкозы.

А. П. Орехов [4] указывает на содержание алкалоидов в корнях патринии. М. И. Горяев [5] пишет о содержании в корнях патринии средней небольшого количества эфирного масла. В литературе указывается также на наличие в патринии средней танидов [6], а в патринии сибирской — аскорбиновой кислоты и каротина [7, 8].

Фармакогностическому исследованию произрастающих в Сибири видов патринии посвящена работа В. М. Нестеровой [9]. Автор устанавливает в корневищах трех видов патринии (сибирской, средней и каменной) наличие крахмала и масла. При этом последнего больше, чем у валерианы.

Относительно биологического действия отдельных составных компонентов патринии известно очень мало. Н. А. Стрельников [10], изучая сапонин патринии, устанавливает его возбуждающее действие на сердечную мышцу холоднокровных животных при большом разведении вещества, при воздействии концентрированным раствором сапонина наблюдается остановка сердца в состоянии систолы.

Других данных о действующих началах патринии нет. Можно только указать на предположение М. Н. Варлакова [11], что действующими началами патринии являются, кроме сапонинов, еще алкалоиды и эфирные масла.

Учитывая почти полное отсутствие литературных данных об эфирных маслах патринии и предполагая, что они могут являться действующими началами, в настоящей работе мы пытались несколько восполнить этот пробел. Исследовались эфирные масла трех видов патринии: средней (*Patrinia intermedia* Roem. et Schult.), сибирской (*Patrinia sibirica* (L.) Juss) и каменной (*Patrinia rupestris* (Pall.)).

Пробы различных видов и образцов патринии были собраны А. И. Якубовой в Алтайском и Красноярском краях. Собранные растения высушивались обычным способом до воздушно-сухого состояния, разделялись на надземную часть и корни и в таком виде доставлялись в лабораторию.

При изучении эфирных масел определялись их выходы, а также некоторые физические и химические константы, которые возможно было

- установить при наличии небольших количеств масел. Одновременно образцы эфирных масел направлялись фармакологам для определения характера их биологического действия.

Выход эфирных масел патринии

Выход эфирных масел определялся с помощью отгонки с паром и последующей экстракции этиловым эфиром дистиллята. Необходимость использования подобного метода вызывалась способностью эфирных масел патринии распределяться в виде тонкой эмульсии в дистилляте, откуда их можно извлечь этиловым эфиром. После высушивания вытяжки над сернокислым натром эфир испарялся и остаток пересчитывался на абсолютно-сухой вес.

Результаты определения выходов эфирных масел из трех видов патринии представлены в табл. 1.

Таблица 1
Выход эфирных масел из сибирских видов патринии

Название вида	Год сбора	Место сбора, местообитание	Выход эфирного масла в % на абс. сух. вес	
			корни	надземн. часть
Патриния сибирская	1955	Алтайский край, Курайские белки, тундра	0,295	0,695
»	1956	Красноярский край, Зап. Саяны	0,549	0,627
» средняя	1955	Алтайский край, дол. р. Тетё, галечниковая степь	0,247	0,907
»	1955	Алтайский край, дол. р. Чуи, южные каменисто-щебн. склоны	0,341	0,542
»	1955	Алтайский край, окр. р. Туекты, южный склон	—	0,605
»	1956	Алтайский край, дол. р. Тетё, галечниковая степь	0,219	—
Патриния каменная	1956	Хакасия, окр. оз. Иткуль	0,185	1,070
»	1956	Хакасия, долина р. Усть-Бирь	0,283	1,398

Данные таблицы указывают на невысокий выход эфирных масел из корней всех видов и образцов патринии (от 0,185 до 0,341%). Некоторое исключение составляют корни патринии сибирской, собранной в Саянах в 1956 г.: выход из них масла несколько больше (0,549%).

Выход эфирного масла из надземной части патринии во всех случаях выше, чем из корней, и колеблется у разных видов и образцов от 0,542 до 1,398%. Максимальное содержание эфирных масел (более 1%) можно отметить у патринии каменной.

Как следует из сравнения растений разных местообитаний, выход масел зависит от места сбора растения: например, содержание эфирных масел в корнях и надземной части патринии средней, собранной в 1955 г. в долинах рек Тетё и Чуи, различно. То же можно наблюдать и на образцах патринии каменной сбора 1956 г.

Свойства эфирных масел патринии

Полученные из разных видов и образцов патринии эфирные масла обладают темно-желтым или коричневатым цветом и резким неприятным запахом. Эфирные масла из надземной части патринии растворяются в 96° этиловом спирте (1 : 1), эфирные масла из корней растворяются при этом с образованием хлопьевидного осадка.

Эфирное масло из корней патринии резко отличается от остальных тем, что сразу после испарения эфира или некоторое время спустя в нем появляются бесцветные кристаллы с точкой плавления 77° С. Выход кристаллов из масла составляет около 2%.

Из физических констант эфирных масел определялись удельный вес и рефракция, из химических — кислотное, эфирное числа и число омыления. Результаты даны в табл. 2.

Таблица 2

Некоторые физические и химические константы эфирных масел патринии

Название вида	Год сбора	Место сбора, местообитание	Части раст.	Удельный вес d_{20}^{20}	Рефракция	Кисл. число	Эфирн. число	Число омыления
Патриния сибирская	1955	Алтайский край, Курайские белки, тундра	корни	0,9547	1,4448	—	—	—
>	1955	>	надз. часть	0,9291	1,4268	—	—	—
>	1956	Красноярский край, Зап. Саяны	корни	—	1,4311	15,99	1,59	17,37
>	1956	>	надз. часть	—	1,4209	14,45	0,39	14,84
Патриния средняя	1955	Алтайский край, дол. р. Тете, галечн. степь	корни	1,0209	1,4694	9,78	1,55	11,33
>	1955	>	надз. часть	0,9650	1,4261	18,02	0,67	18,69
Патриния каменная	1956	Хакасия, окр. оз. Иткуль	корни	—	1,4303	13,96	2,15	16,12
>	1956	>	надз. часть	0,9466	1,4270	16,98	0,67	17,37
>	1956	Усть-Бирь	корни	—	1,4398	15,09	1,40	16,43
>	1956	>	надз. часть	0,9535	1,4267	17,65	0,45	18,11

Примечание. Удельный вес эфирного масла из корней патринии средней определялся при 50° С вследствие наличия в нем кристаллов при 20° С.

Анализируя полученные цифры, нужно прежде всего отметить различие констант эфирных масел в зависимости от вида растения, его части, а также от места сбора образца. Обращает на себя внимание отличие эфирных масел из надземной части от таковых из корней: эфирное масло из надземной части обладает меньшим удельным весом и меньшей рефракцией.

Следует указать на значительные величины кислотных чисел во всех образцах масла, что может свидетельствовать о наличии в них летучих кислот.

Интересно отметить, что эфирное число масла из корней во всех случаях больше, чем из надземной части. Это заставляет предполагать, что эфирное масло из корней имеет в своем составе более сложные соеди-

нения (по-видимому, связанные опирты), чем эфирное масло из надземной части. Следовательно, в корнях патринии происходит дальнейшее усложнение структуры составных компонентов эфирного масла патринии, первичный синтез которых происходит в надземной части.

О биологическом действии патринии

Фармакологический анализ эфирных масел и водных настоев патринии был проведен лабораториями фармакологии Томского медицинского института (Е. М. Думенова) и Новосибирского медицинского института (Н. И. Морозова).

Установлено, что по характеру действия виды патринии аналогичны валериане. Наиболее эффективной является патриния сибирская. Эфирное масло из корней и надземной части этого растения обладает ясно выраженным седативным действием, умеренным антисудорожным и слабым гипотензивным действием.

Препараты из других видов патринии (эфирные масла, водные настои) дают подобный, но более слабый эффект, чем у патринии сибирской.

Эфирные масла и водные извлечения трех исследованных видов малотоксичны.

Эфирное масло патринии сибирской обладает сильным раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки.

Выводы

1. Выход эфирных масел различен у разных видов патринии и зависит от места сбора и местообитания. Как правило, в надземной части растений эфирных масел больше, чем в корнях. Максимальное содержание эфирных масел обнаружено в надземной части патринии каменной.

2. Свойства эфирных масел различны у разных видов патринии и у каждого вида неодинаковы в надземной части и в корнях. Эфирное число эфирных масел из надземной части обычно меньше, чем таковое из корней. Все образцы эфирных масел обладают довольно высоким кислотным числом, обычно большим в надземной части.

3. По биологическому действию эфирные масла и настои патринии аналогичны валериане. Наиболее эффективной из изученных видов является патриния сибирская. Кроме того, эфирное масло патринии сибирской обладает раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки.

Центральный Сибирский
ботанический сад Сибирского
отделения АН СССР

Поступила в редакцию
19/11 1960

ЛИТЕРАТУРА

- Б. Я. Агранович, Э. И. Гельштейн. Клиническое испытание седативного действия каменной валерианы. Указатель новых лекарств, препаратов, 23, 1945.
- А. М. Сокольская, Сапонин корней *Patrinia intermedia* R. et Sch. ЖОХ, XXI, 5, 1951.
- А. М. Сокольская, Сапонин корней *Patrinia intermedia* R. et Sch. ЖОХ, XXI, 5, 962—967, 1951.
- А. П. Орехов, Итоги ориентировочного обследования растений СССР на содержание алкалоидов. Хим.-фарм. пром., 1, 18, 1935.
- М. И. Гордяев, Эфирные масла флоры СССР, 33, 1952.

6. М. Н. Варлаков, О новых растительных противовоспалительных средствах. Фармация, 5, 1946.
7. В. И. Муравьева, А. И. Баньковский, Исследование растений, применяемых в народной медицине на содержание аскорбиновой кислоты. Тр. ВИЛАР, IX, 1947.
8. В. С. Федорова, Витаминносные растения Алтая. Отчет, 1959.
9. В. М. Нестерова. Фармакогностическое исследование видов рода *Patrinia*. Новые лекарств. растения Сибири; их лечебн. препараты и применение. 2, 121, 1946.
10. Н. А. Стрельников, Сравнительное действие на сердце холоднокровных сапонинов из растений *Vaccaria parviflora* и *Patrinia intermedia*. Фармак. и токсик., V, 5, 1942.
11. М. Н. Варлаков, О седативном действии патринии средней. Архив ВНИХФИ, 1944.

В. Т. ПОДА-ЧИКАЛЕНКО

НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ СРАСТАНИИ ПРИВИВОК

Вопрос о физиолого-биохимических процессах, происходящих во время срастания компонентов у прививок, изучен еще недостаточно. А. И. Опарин [1] указывает, что в тканях прираневой области окислительные процессы берут перевес над восстановительными. По данным Я. Е. Элленгорн [2], в прираневой области изменяется заряд клеток, усиливается гранулообразование. А. С. Кружилин, Г. Р. Михайлова [3, 4] отмечают, что на раневой поверхности возрастает активность пероксидазы. Г. Р. Михайлова [4], кроме того, там же наблюдала увеличение содержания аскорбиновой и индолуксусной кислот.

В задачу нашего исследования входило изучение анатомической картины срастания и биохимической стороны обмена веществ при срастании компонентов у разнородственных прививок. Изучалась активность ферментов дыхания — цитохромоксидазы, полифенолоксидазы, пероксидазы в месте срастания компонентов при прививках, там же определялось содержание аскорбиновой кислоты. Чтобы выяснить, как происходит отток ассимилятов из привоя в подвой в зависимости от степени срастания, определялся крахмал на срезах стеблей в месте срастания компонентов.

Исходные объекты и методы исследований

Молодые растения прививались до фазы бутонизации. В экспериментах были прививки разнородственные с различной степенью срастания: а) с легко срастающимися компонентами «сам на себя» — томат Бизон/томат Бизон, тыква Мозолеевская/тыква Мозолеевская; б) со средне срастающимися компонентами — дыня Колхозница/дыня Колхозница; в) межродовые прививки — дыня Колхозница/тыква Мозолеевская; г) прививки с трудно срастающимися компонентами, межсемейственные томат Бизон/тыква Мозолеевская.

Анализ проводился на 7—10-й и 20—25-й день после прививки, так как при легкой срастаемости компонентов срастание заканчивается примерно через 7—10 дней, а при затрудненной срастаемости — через 20—25 дней. Характер срастания изучался путем микроскопирования срезов стеблей при увеличении 7×8. Гистохимические определения проводились по методике, описанной Д. Гликом [5], с некоторыми изменениями, внесенными К. Т. Сухоруковым [6]. Гистохимически определялись крахмал и декстрины йодометрическим методом по Граму, цитохромоксидаза по Грэффу, полифенолоксидаза по Бояркину, пероксидаза по гваяльному методу К. Т. Сухорукова, аскорбиновая кислота по Жиру. На активность ферментов указывала интенсивность появляющейся окраски, она обозначалась условными знаками: 0 «—» — нет, «+» — малая активность, «++» — средняя активность, «+++» — высокая актив-

ность, «++++» — очень высокая активность. Для аскорбиновой кислоты, крахмала и декстринов, условные знаки обозначали: 0 «—» — нет, «+» — мало, «++» — среднее количество, «+++» — много, «++++» — очень много. Указанные выше вещества определялись на срезах стеблей в месте срастания компонентов, у контрольных растений на уровне, соответствующем привитым растениям. Контрольные растения соответствовали привитым по возрасту; анализы проводились одновременно с привитыми и контрольными растениями в 3-кратной повторности.

Результаты исследований

Анализ данных по изучению характера срастания у привитых растений показывает, что у прививок томат/томат (рис. 1), тыква/тыква уже на 10-й день срастания исчезает изолирующая прослойка, сосудисто-волоконные пучки становятся общими, что свидетельствует о хорошем срастании компонентов. Такие же явления отмечены у прививки дыня/дыня, но только на 20-й день срастания. У межродовой прививки махорка/томат (рис. 2) на 10-й день срастания между компонентами виден большой слой изолирующей прослойки, в некоторых местах можно наблюдать прорывы ее, сосудистая связь отсутствует. На 20-й день срастания картина меняется, изолирующая прослойка почти рассасывается, в некоторых местах появляются общие сосудисто-волоконные пучки. У межсемеистой прививки томат/тыква вначале срастание протекает примерно так же, как у компонентов с легко- и среднесрастающимися компонентами. На 10-й день после прививки в некоторых местах происходит прорыв изолирующей прослойки активно растущей тканью со стороны привоя томата. При дальнейшем развитии процесс срастания на этом как бы приостанавливается. У 36-дневной прививки (рис. 3) изолирующая прослойка окружает ткани и сосудисто-волоконные пучки привоя. Изолирующая прослойка не рассасывается, а только прорывается в нескольких местах, сосудистая связь между компонентами отсутствует. Все это влияет на рост привоя и подвоя: его или нет (у привоя), или же он замедлен (у подвоя).

Определение крахмала у контрольных растений показало (табл. 1), что он обнаруживается только в стеблях дыни, в паренхимных клетках возле сосудисто-волоконного пучка. Остальные проанализированные растения крахмала в стеблях не содержали. У многих из них (томат, тыква, махорка, картофель, паслен, душистый табак) в больших сосудах ксилемы были обнаружены амилодекстрины и эритродекстрины, дающие с йодом фиолетовое и красное окрашивание. Сравнительные определения показали, что крахмала и декстринов в стеблях огурцов, арбуза, сахарной свеклы нет.

Остановимся на определении крахмала и декстринов у привитых растений. В случае хорошего срастания (томат/томат; тыква/тыква; дыня/тыква) декстрины, как и у контрольных растений, находятся в больших сосудах ксилемы, крахмал в стеблях указанных прививок отсутствует. У 20-дневной прививки дыня/дыня, как и у контроля, крахмал находится в паренхимных клетках, прилегающих к сосудисто-волоконному пучку; в больших сосудах ксилемы, по-видимому, под влиянием прививки, появляются амилодекстрины. У межродовой прививки махорка/томат на 10-й день срастания крахмал в большом количестве можно обнаружить в сердцевинной паренхиме привоя возле места срастания. Выше места срастания находятся амилодекстрины в больших сосудах ксилемы. У этой же прививки на 25-й день срастания крахмал также обнару-

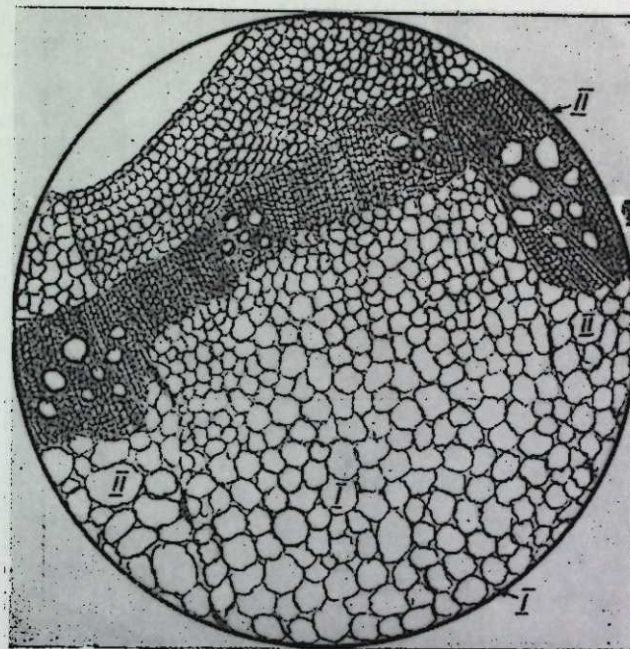


Рис. 1. Поперечный срез 10-дневной прививки томат/томат:
I — привой; II — подвой.

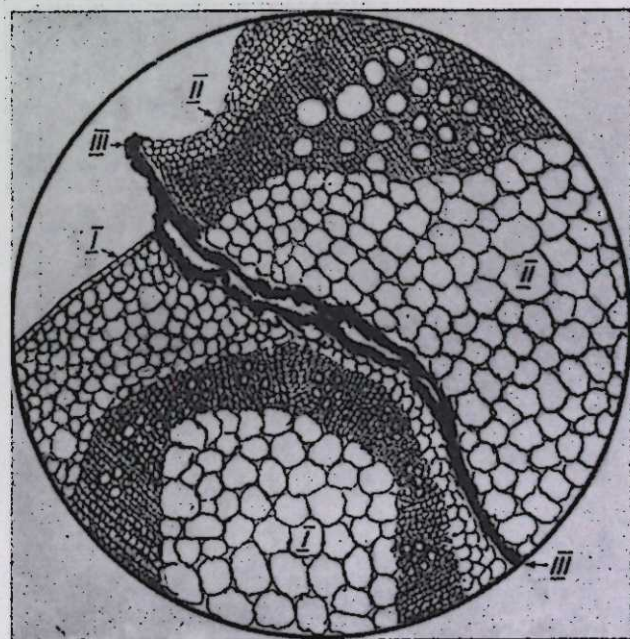


Рис. 2. Поперечный срез 10-дневной прививки махорка/томат.
I — привой, II — подвой, III — изолирующая прослойка.

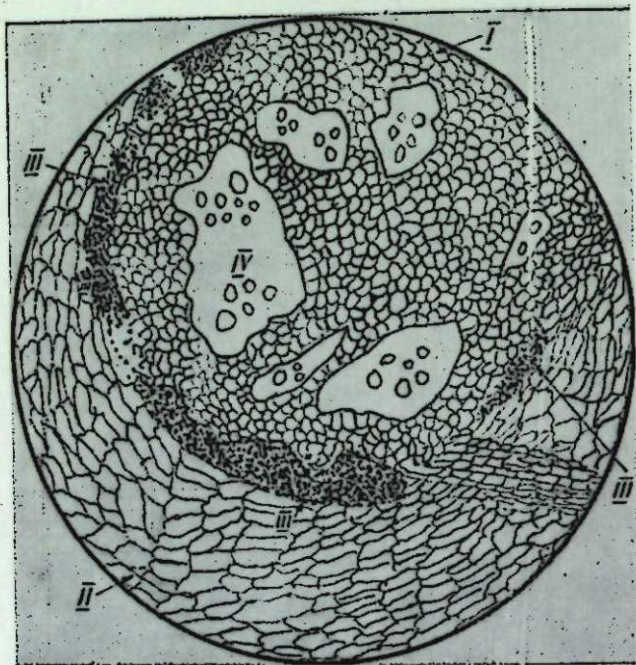


Рис. 3. Поперечный срез 36-дневной прививки томат/тыква:

I — привоя, II — подвой, III — изолирующая прослойка, IV — сосудисто-полостиные пучки привоя.

живается в сердцевинной паренхиме, но слабая окраска свидетельствует о значительном уменьшении его в этих тканях. По-видимому, из-за отсутствия сосудистой связи отток ассимилятов задерживается и крахмал отлагается в сердцевинной паренхиме.

10-дневная межсемеjственная прививка томат/тыква содержит амилодекстрины в больших сосудах ксилемы привоя и подвоя, кроме этого, они обнаруживаются в эпидермисе привоя. 36-дневная прививка томат/тыква содержит большое количество крахмала в паренхимных клетках сердцевины привоя возле места срастания. В привое выше места срастания и подвое ниже места срастания обнаруживаются амилодекстрины в больших сосудах ксилемы. Это также свидетельствует о том, что из привоя продукты фотосинтеза не проникают в подвой через место срастания и накапливаются в стебле привоя.

Опытные данные позволяют сделать выводы о том, что при затрудненной срастаемости или несрастаемости компонентов отток продуктов фотосинтеза задерживается и крахмал накапливается в стеблях привоя возле места срастания в сердцевинной паренхиме.

Проанализируем данные определения активности дыхательных ферментов и содержания аскорбиновой кислоты на месте срастания у привитых растений (табл. 2, 3).

Цитохромоксидаза у контрольных растений имеет среднюю или малую активность. Она может встречаться только в ксилеме (дыня); флоэме и ксилеме (тыква); эпидермисе, флоэме и ксилеме (махорка); эпидермисе и ксилеме (томат). У привитых растений, в случае хорошего срастания — прививка томат/томат 10- и 25-дневная, — она высокоактивна или среднеактивна только в ксилеме; такая же картина наблюдается у 25-дневной прививки тыква/тыква. При затрудненной срастаемости — прививка махорка/томат — она имеет высокую активность в паренхимных клетках возле места срастания и сохраняет эту активность даже на 25-й день срастания. При несовместимости компонентов — у прививки томат/тыква на 10-й день срастания — цитохромоксидаза в ксилеме среднеактивна, а в сердцевинной паренхиме возле места срастания малоактивна. На 25-й день срастания у этой прививки активность цитохромоксидазы возле места срастания не падает, а возрастает.

Полифенолоксидаза у контрольных растений обнаруживается во флоэме (дыня); эпидермисе и ксилеме (томат); эпидермисе, флоэме и ксилеме (махорка, тыква). Активность полифенолоксидазы у привитых растений менялась в зависимости от степени срастания. При хорошем срастании — прививки томат/томат 10- и 25-дневная и тыква/тыква 25-дневная — она обнаруживается только в ксилеме. При затрудненной срастаемости — прививка махорка/томат 10-дневная — она активна или очень активна во всех тканях и особенно возле места срастания. У этой же прививки на 25-й день срастания активность полифенолоксидазы во всех тканях падает, в паренхимных клетках возле места срастания она малоактивна. У межсемеjственной прививки томат/тыква на 10-й день срастания полифенолоксидаза среднеактивна во флоэме и малоактивна в паренхимных клетках возле места срастания; на 25-й день происходит возрастание активности этого фермента, особенно в паренхимных клетках возле места срастания.

Пероксидаза у контрольных растений встречается в эпидермисе и ксилеме (томат); эпидермисе, флоэме и ксилеме (махорка); эпидермисе, ксилеме, флоэме, сердцевинной паренхиме (тыква); эпидермисе, коровой паренхиме, ксилеме, сердцевинной паренхиме (дыня).

У привитых растений, в случаях хорошего срастания, ее нет в па-

Таблица 1
Содержание крахмала и декстринов в стеблях контрольных и привитых растений

Название контрольных или привитых растений (привой/подвой)	Дни после прививки	Части стебля						паренхимные клетки сердцевинки
		эпидермис	флоэма	большие сосуды ксилемы	паренхимные клетки возле сосудистого пучка	паренхимные клетки сердцевинки		
Томат Бизон — контроль		0	0	+ ам.	0	0	0	0
Махорка — контроль		0	++ эр.	++ ам.	0	0	0	0
Тыква Мозолесевская — контроль		0	0	++ ам.	0	0	0	0
Дыня Колхозница — контроль		0	0	0	-++ кр. з.	0	0	0
Томат Бизон/томат Бизон	25	0	0	++ ам.	0	0	0	0
Томат Желт./томат Бизон	25	0	0	+++ ам.	0	0	0	0
сливовидный	10	0	0	++ ам.	0	0	0	++/0 кр. з.
Махорка/томат	25	0	0	++ ам.	0	0	0	+/0 кр. з.
Махорка/томат	10	0	0	++ ам.	0	0	0	0
Тыква/тыква	25	0	0	++ ам.	0	0	0	0
Тыква/тыква	25	0	0	++ ам.	0	0	0	0
Дыня/дыня	10	0	0	++ ам.	0	0	0	0
Дыня/тыква	10	0	0	++ ам.	0	0	0	0
Томат/тыква	10	+/0 ам	0	++ ам.	0	0	0	0
Томат/тыква	36	0	0	++ ам.	0	0	0	+++/0 кр. з.

Примечание: кр. з.— крахмальные зерна, ам.— амилодекстрины, эр.— эритродекстрины.

Таблица 2
Активность дыхательных ферментов и содержание аскорбиновой кислоты в стеблях контрольных растений

Название растений	Цитохромоксидаза	Полифенолоксидаза	Пероксидаза	Аскорбиновая кислота
Томат Бизон	эл. ++ кс. +++	эл. ++ кс. +++	эл. ++ кс. +++	эл. +++ фл. +++ кс. +++
Махорка	эл. +, фл. ++ кс. ++	эл. + фл. ++ кс. ++	эл. ++, фл. ++ кс. +++	эл. ++, фл. ++ кс. ++, к. п. ++ с. п. ++
Тыква Мозолесевская	фл. ++, кс. +++	эл. +++ кс. +++ фл. ++	эл. ++, фл. ++ кс. ++, с. п. ++	кс. ++, с. п. ++ к. п. ++
Дыня Колхозница	кс. ++	фл. +++	эл. ++, кс. +++ к. п. ++, с. п. ++	эл. ++, фл. ++ кс. ++

Примечание: эл.— эпидермис, к. п.— коровая паренхима, к.— камбий, фл.— флоэма, кс.— ксилема, с. п.— сердцевинная паренхима.

ренхимных клетках возле места ранения — прививка томат/томат 25-дневная. У 25-дневной прививки тыква/тыква активность пероксидазы возле места срастания высокая, несмотря на то, что внешние компоненты имеют очень прочную связь. При затрудненной срастаемости у прививки махорка/томат пероксидаза имеет высокую активность почти во всех тканях как у 10-дневной, так и у 25-дневной прививки на 25-й день срастания у нее снижается активность только в сердцевинной паренхиме. При несовместимости компонентов у прививки томат/тыква на 25-й день срастания активность пероксидазы возрастает, особенно на раневой поверхности.

Аскорбиновая кислота может быть в эпидермисе, флоэме и ксилеме (томат, дыня); ксилеме, коровой и сердцевинной паренхиме (тыква); эпидермисе, флоэме, ксилеме, коровой и сердцевинной паренхиме (махорка).

У хорошо и среднесросшихся прививок томат/томат, тыква/тыква аскорбиновой кислоты много в эпидермисе, флоэме, ксилеме и мало возле места срастания. При затрудненной срастаемости у прививки махорка/томат даже на 25-й день срастания аскорбиновой кислоты много во всех тканях и особенно в сердцевинной паренхиме возле места срастания. При несовместимости компонентов у прививки томат/тыква на 25-й день срастания содержание аскорбиновой кислоты резко снижается.

Обобщая опытные данные по изучению активности дыхательных ферментов и содержания аскорбиновой кислоты, можно прийти к заключению, что общим почти для всех прививок является следующее. В первые дни срастания компонентов закономерность размещения ферментов нарушается, ферменты становят-

Таблица 3

Активность дыхательных ферментов и содержание аскорбиновой кислоты в стеблях 7-, 10- и 25-дневных прививок

Название контрольных растений или прививок (привой/подвой)	7- и 10-дневные прививки					25-дневные прививки				
	цитохром-оксидазы	полифенол-оксидазы	пероксидазы	аскорбиновой кислоты	Степень загнивания	цитохром-оксидазы	полифенол-оксидазы	пероксидазы	аскорбиновой кислоты	Степень загнивания
Томат/томат	кс. +++/+++	кс. +/+	сп. +/+ с.п.р. +++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	хорошая	кс. +++/+++	кс. +++/+++	кс. +++/+++	сп. +++/+++ фл. +++/+++ кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	хорошая
Махорка/томат	кс. +++/+++ с.п.р. +++/0	сп. +++/+++ фл. +++/+++ кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	сп. +++/+++ фл. +++/+++ кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	сп. +++/+++ фл. +++/+++ кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	плохая	кс. +++/+++ с.п.р. +++/0	кс. +++/+++ с.п.р. +++/0	кс. +++/+++ с.п.р. +++/0	сп. +++/+++ фл. +++/+++ кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	плохая
Тыква/тыква	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/0	кс. +++/+++ с.п.р. +++/0	средняя	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/0	кс. +++/+++ с.п.р. +++/0	кс. +++/+++ с.п.р. +++/0	средняя
Дыня/дыня	—	—	—	—	плоха	—	—	—	—	—
Дыня/тыква	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	плохая	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	плохая
Томат/тыква	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/0	плохая	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/0	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	кс. +++/+++ с.п.р. +++/+++	плохая

Примечания: сп.—эпидермис, к.п.—корова, паренхиме, к.—камбий, фл.—флоэма, кс.—ксилема, сп.—сердцевинная паренхима, с.п.р.—сердцевинная паренхима возле места срастания. У 7-дневной прививки дыня/дыня, дыня/тыква произошло только сгнивание компонентов, поэтому определить ферменты в месте срастания не представлялось возможным.

ся очень активными в тканях, прилегающих к месту ранения, особенно в паренхимных клетках. По мере улучшения срастания активность их на равной поверхности падает, и при полном срастании они там отсутствуют. Содержание аскорбиновой кислоты в первые дни прививки возле места срастания среднее, затем возрастает. После полного срастания в паренхимных клетках возле раневой поверхности аскорбиновой кислоты мало или нет совсем. К концу срастания сохраняется высокая активность пероксидазы, а также высокое содержание аскорбиновой кислоты.

Скорость указанных выше изменений во многом зависит от степени родства изученных нами растений. Быстрее всего приходят в норму ферменты в прививках томат/томат, тыква/тыква, более длительное время требуется на это в прививках дыня/тыква, махорка/томат. При несовместимости компонентов у прививки томат/тыква спада активности ферментов мы не наблюдали.

Содержание во влажной камере и затенение в первые дни после прививки способствовало приживаемости прививок (табл. 4).

Влияние затенения на активность ферментов и содержание аскорбиновой кислоты у привитых растений изучались на примере прививки махорка/томат. Растения помещались в различные по влажности воздуха и освещению условия.

Из табл. 5 видно, что на 20-й день срастания самая высокая активность цитохромоксидазы, полифенолоксидазы и пероксидазы наблюдается у прививок, находящихся в теплице без затенения и при пониженной влажности воздуха (77—92%). Особенно высока их активность возле места срастания в паренхимных клетках. Содержание аскорбиновой кислоты у них возле места срастания и в других тканях высокое.

Привитые растения махорка/томат, находящиеся во влажной камере со 100% относительной влажностью воздуха, имеют различное поведение ферментов при затенении и без затенения. Прививки, находившиеся во влажной камере и затенявшиеся в первые дни, на 20-й день сраста-

Таблица 4
Приживаемость прививок при затенении их во влажной камере в первые дни после прививки, %
(средние данные за 6 лет — 1951—1956 и 1958)

Прививки	Количество прививок	% приживаемости	Время содержания во влажной камере в днях	Затенение во влажной камере в днях
Томат/томат	72	90—100	4—10	2
Паслен/томат	40	90—100	4—6	2
Картофель/махорка	30	50—100	4—6	2—4
Душистый табак/махорка	85	70—100	9—11	2—4
Томат/махорка	40	90—100	9—12	2—4
Махорка/томат	20	90—100	6—7	2—3
Дыня/тыква	81	50—100	6—13	2
Свекла/свекла	25	90	21	5
Синий баклажан/томат	10	70	6	3
Синий баклажан/паслен	10	70	6	3

ния имеют менее активную цитохромоксидазу, пероксидазу и полифенолоксидазу, особенно значительно уменьшение активности ферментов в паренхимных клетках возле места срастания. Аскорбиновой кислоты меньше у затенявшихся растений. Таким образом, опытные данные позволяют сделать заключение, что затенение прививок в первые дни после операции при условии 100% относительной влажности воздуха ускоряет срастание компонентов.

В. П. Филатов [7] полагает, что при затенении в листьях растений появляются биогенные стимуляторы, влияющие на процессы трансплантации. Возможно, как полагает К. Т. Сухоруков [8, 9], при затенении появляются вещества типа биоса, которые влияют на ускорения срастания.

Обсуждение результатов

Изучение анатомической картины срастания и биохимической стороны обмена веществ у привитых растений показало, что при хорошем срастании компонентов (томат/томат, тыква/тыква) уже на 10-й день устанавливается сосудистая связь между компонентами. В связи с этим нисходящий и восходящий токи веществ в компонентах восстановлены, поэтому у них транспирация приходит в норму, крахмал в сердцевинной паренхиме привоя отсутствует. У этих прививок дыхательные ферменты цитохромоксидаза и полифенолоксидаза находятся в тех частях стебля, что и у контроля, в паренхимных клетках возле места срастания они, как правило, отсутствуют; на раневой поверхности сохраняются иногда пероксидаза и аскорбиновая кислота.

При затрудненной срастаемости процессы срастания полностью завершаются на 20—25-й день (махорка/томат, дыня/тыква). На 10-й же день срастания у прививки махорка/томат крахмал накапливается в сердцевинной паренхиме привоя, что говорит об отсутствии нисходящего тока. Активность дыхательных ферментов у данной прививки в это время высокая; возле места срастания находится большое количество аскорбиновой кислоты. На 25-й день срастания активность цитохромоксидазы, полифенолоксидазы на раневой поверхности снижается; пероксидаза возле места срастания продолжает оставаться с высокой активностью. Высокая активность дыхательных ферментов возле места срастания в первые дни после прививки свидетельствует, по-видимому, о повышенном обмене веществ, который связан с активным делением клеток. После того как срастание завершается, ферменты исчезают из прираневой поверхности и их можно обнаружить только в тех частях стебля, в которых они находятся у контрольных растений.

При несовместимости компонентов у межсемеистой прививки томат/тыква продолжающееся возрастание активности ферментов свидетельствует о наличии агонирующих клеток и о возможности их отмирания. Подобные явления были отмечены К. Т. Сухоруковым и К. М. Малышевой [6] при действии ядов на растение; смертельное отравление тканей приводило к очень высокой активности ферментов цитохромоксидазы, полифенолоксидазы и пероксидазы. К. Т. Сухоруков [10, 11] предполагает, что при неблагоприятных условиях (отравление, инфекция) изменяется не только количественная, но и качественная сторона дыхания — снижаются дыхательный коэффициент, синтетическая продуктивность организма, повышается выделение тепла. При определенном уровне этих изменений клетки отмирают вследствие окислительного разрушения плазмы.

Повышение активности дыхательных ферментов при изучении физиологии больного растения наблюдали К. Т. Сухоруков [10], В. Ф. Купревич [12]. Результаты наших определений активности дыхательных ферментов и содержания аскорбиновой кислоты, согласуются с выводами этих ученых, а также с выводами исследователей, занимавшихся изучением активности ферментов непосредственно у привитых растений [1, 3, 4].

Затенение в первые дни после прививки ускоряет срастание компонентов. Это объясняется прежде всего тем, что у привоя, лишённого пер-

Таблица 5

Активность дыхательных ферментов и содержание аскорбиновой кислоты в стеблях 20-дневных прививок махорка/томат, находящихся в разных условиях

Варианты опыта	Кол-во прививок	% приживаемости	Степень срастания	Цитохромоксидаза	Полифенолоксидаза	Пероксидаза	Аскорбиновая кислота
Во влажной камере с наименьшим двухдневного затенения	10	100	хорошая	к.с. + + + + + с.п.р. + + +	ф.л. + + + + + к.с. + + + + + с.п.р. + + +	эп. + + + + + к.п. + + + + + к. + + + + + ф.л. + + + + + к.с. + + + + + с.п.р. + + + + + или о/о с.п. + + +	эп. + + + + + к.п. + + + + + к. + + + + + ф.л. + + + + + к.с. + + + + + с.п.р. + + + + + или о/о с.п. + + +
Во влажной камере на свету	10	80	средняя	эп. о/о + + + + + к.о. + + + + + с.п.р. + + + + +	эп. о/о + + + + + к.о. + + + + + ф.л. + + + + + к.с. + + + + + с.п.р. + + + + +	эп. + + + + + к.п. + + + + + к. + + + + + ф.л. + + + + + к.с. + + + + + с.п.р. + + + + +	эп. + + + + + к.п. + + + + + к. + + + + + ф.л. + + + + + к.с. + + + + + с.п.р. + + + + +
В теплице без затенения	20	40	плохая	эп. о/о + + + + + к.с. о/о + + + + + с.п.р. + + + + +	к.л. + + + + + ф.л. + + + + + к.с. + + + + + с.п.р. + + + + +	эп. + + + + + к.п. + + + + + к. + + + + + ф.л. + + + + + к.с. + + + + + с.п.р. + + + + +	эп. + + + + + к.п. + + + + + к. + + + + + ф.л. + + + + + к.с. + + + + + с.п.р. + + + + +

Примечание. эп.— эпидермис, к. п.— коровая паренхима, к.— камбий, ф.л.— флоэма, к.с.— ксилема, с. п.— сердцевинная паренхима, с. п. р.— сердцевинная паренхима возле места срастания.

вые дни восходящего тока, снижается транспирация. Возможно, при затенении образуются физиологически активные вещества (биогенные стимуляторы или вещества типа биоса), стимулирующие деление и рост клеток. У контрольных растений при затенении (махорка, тыква, дыня) возрастает активность цитохромоксидазы. В последнее время появляется все больше работ, подтверждающих роль цитохромной системы в первые дни роста растений, который сопровождается активным делением клеток [13—15]. По-видимому, при непродолжительном затенении условия для процессов срастания улучшаются.

Прививки махорка/томат, находящиеся сразу после операции на свету при пониженной влажности воздуха (в теплице), в месте срастания имеют очень активные дыхательные ферменты — цитохромоксидазу, полифенолоксидазу и пероксидазу, это можно поставить в зависимость с процессами незавершившегося срастания компонентов. По данным наших опытов, наименьшая активность указанных выше ферментов в месте срастания была у прививок махорка/томат, находящихся во влажной камере с двухдневным затенением.

Все исследованные контрольные и привитые растения наивысшую активность ферментов имеют, как правило, в сосудисто-волокнистых пучках стебля. Наша работа подтверждает выводы А. Л. Курсанова [16, 17] и его учеников о высокой физиологической активности проводящих систем. Используя гистохимические методы определения дыхательных ферментов и аскорбиновой кислоты, мы смогли наблюдать на срезах их активность отдельно во флоэме и ксилеме (она или более высокая в ксилеме или же одинаковая в ксилеме и флоэме). Охлаждение растений при положительных низких температурах (+2, +8°С) приводит очень часто к исчезновению этих ферментов из флоэмы, а в ксилеме в это время они имеют высокую или среднюю активность.

Многие исследованные нами растения (томат, тыква, махорка, паша, душистый табак, бобы) в сосудах ксилемы, кроме ферментов, содержат еще амилодекстрины, реже эритродекстрины. Сам по себе факт наличия амилодекстринов и эритродекстринов в сосудах ксилемы является весьма интересным, его можно объяснить следующим: а) допустимо, что в сосудах ксилемы происходят синтетические процессы образования полисахаридов из моносахаридов, в пользу этого утверждения говорит наличие в сосудах ксилемы дыхательных ферментов активной формы, и возможно, согласно гипотезе М. М. Окунцова [18], дыхательные ферменты участвуют в синтетических процессах; б) возможно, что это остатки гидролизата, которые попадают через щели из паренхимных клеток, прилегающих к сосуду, но удивительно то, что они, как правило, не обнаруживаются в самих паренхимных клетках; в) не лишено оснований предположение о том, что растворимые в воде крупные молекулы декстринов передвигаются вместе с током воды к местам хранилища углеводов — клубни у картофеля — и местам потребления их у других растений. Другими словами, возможно, существуют сахарофильные растения с транспортной формой углеводов — глюкозой и сахарозой [16, 17, 19] и амилофильные растения с транспортной формой углеводов — декстринами. По современному воззрению [20], сосуды представляют собой полые капилляры, соединенные между собой довольно крупными порами, и передвижение по ним декстринов возможно, несмотря на величину молекул.

Выводы

1. Во время срастания компонентов на раневой поверхности возрастает активность цитохромоксидазы, полифенолоксидазы, пероксидазы и содержание аскорбиновой кислоты независимо от родства растений.

2. При полном срастании компонентов ферменты цитохромоксидазы, полифенолоксидазы, пероксидазы и аскорбиновая кислота из раневой области исчезают и обнаруживаются только в тех тканях стебля, в которых они находятся у контрольных растений.

3. При затрудненной срастаемости на раневой поверхности очень долго удерживается высокая активность ферментов цитохромоксидазы, полифенолоксидазы и особенно пероксидазы. Содержание аскорбиновой кислоты при затрудненной срастаемости остается высоким даже на 25-й день срастания.

4. При несовместимости компонентов у межсемеистой прививки томат/тыква активность ферментов — цитохромоксидазы, полифенолоксидазы и пероксидазы — возле места срастания увеличивается с возрастом прививок, количество же аскорбиновой кислоты уменьшается. В данном случае, согласно предположению К. Т. Сухорукова, повышение активности дыхательных ферментов связано с окислительным разрушением плазмы, а поэтому и синтетическая продуктивность организма снижается.

5. Затенение в первые дни после прививки ускоряет процесс срастания компонентов, что подтверждается данными по уменьшению активности дыхательных ферментов на раневой поверхности у затенявшихся прививок махорка/томат.

6. В первые дни срастания компонентов при затрудненной срастаемости и несовместимости компонентов крахмал накапливается в паренхимных клетках сердцевинки привоя возле места срастания, что свидетельствует о затруднении нисходящего тока из-за отсутствия сосудистой связи.

7. Как правило, наивысшую активность дыхательные ферменты имеют в ксилеме и флоэме. Это подтверждает выводы А. Л. Курсанова и его учеников о высокой физиологической активности сосудисто-волокнистых пучков.

8. Наличие амилодекстринов, а также активной формы дыхательных ферментов в сосудах ксилемы у контрольных и привитых растений — томата, тыквы, махорки, картофеля и других приводит к предположению, что ксилема участвует в передвижении органических веществ у некоторых растений.

Томский
государственный университет

Поступила в редакцию
29/VIII 1959

ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Опарин, К вопросу об окислительных процессах в живой клетке. Журн. эксперим. биол. и мед., № 25, 1927.
2. Я. Е. Эллэнгори, Клеточно-физиологический анализ взаимоотношений тканей привоя и подвоя. Изв. АН СССР, № 2, 1951.
3. А. С. Кружилин, З. М. Шведская, Физиологические изменения в растениях двухлетников в процессе стадийного развития при прививке их на однолетники. ДАН СССР, т. XCVIII, № 3, 1954.
4. Г. Р. Михайлова, Обмен веществ в месте срастания при прививках. Физиология растений, т. 4, вып. 3, 1957.
5. Д. Глик, Методика гисто- и цитохимии. ИЛ, 1950.
6. К. Т. Сухоруков, К. М. Малышева, О действии ядов на растения. Бюлл. Гл. Бот. сада АН СССР, вып. 22, 1955.
7. В. П. Филатов, Тканевая терапия. Медгиз, 1952.
8. К. Т. Сухоруков, Е. Г. Клинг, Д. Х. Клячко, Об образовании и распространении биоса. ДАН СССР, т. 1, № 9—10, 1935.
9. К. Т. Сухоруков, Н. М. Большакова, Свободный и связанный гормон клеточного деления в растениях. ДАН СССР, т. 5, № 6, 1946.

10. К. Т. Сухоруков, Физиология иммунитета растений. Изд. АН СССР, 1952.
11. К. Т. Сухоруков, О действии ядов на плазму и физиологические процессы растений. Бюлл. Гл. Бот. сада АН СССР, вып. 27, 1957.
12. В. Ф. Купревич, Физиология больного растения. Изд. АН СССР, 1947.
13. И. Н. Крюкова, Дыхательные системы ростков ячменя и их участие в адсорбции гликоколя. Биохимия, т. 14, вып. 6, 1949.
14. Д. М. Михлин, А. А. Мутускин, Распределение железопорфириновых ферментов между различными частями растений (ячменя). Биохимия, т. 21, вып. 1, 1956.
15. Н. М. Сисакян, И. И. Филиппович, О характере изменения активности ферментов дыхания в процессе стадийного развития растений. ДАН СССР, т. 76, № 3, 1951.
16. А. Л. Курсанов, Движение органических веществ в растениях. Бот. журн. СССР, т. XXXVII, 5, 1952.
17. А. Л. Курсанов, М. В. Туркина, Дыхание проводящих тканей и движение сахарозы. ДАН СССР, т. 85, № 5, 1952.
18. М. М. Окунцов, О. А. Роньжина, Репродукция растений как результат перестройки обмена в онтогенезе. Тезисы докл. делегат. съезда Всес. бот. об-ва, М., 1957.
19. М. В. Афанасьева, Передвижение питательных веществ в растениях. Л., 1956.
20. В. Г. Александров, Анатомия растений. Сов. наука, М., 1956.

Г. Ф. МАЗЕПОВА

МОРФОЛОГИЯ СТАДИЙ МЕТАМОРФОЗА У *CYCLOPS KOLENSIS* ИЗ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Знание морфологии стадий метаморфоза у циклопов необходимо при изучении биологии этих животных, а также при решении вопроса о роли отдельных видов в экономике водоемов, и в частности, в питании рыб. В настоящее время изучен метаморфоз у ряда видов циклопов [1—4], однако, науплиальные и копеподитные стадии *C. kolensis* еще никем не исследовались. Между тем, как выяснилось в последнее время, *C. kolensis* обитает во многих озерах Советского Союза и играет довольно значительную роль в зимне-весеннем планктоне этих водоемов.

Исследование морфологии стадий постэмбрионального развития *C. kolensis* проводилось нами в связи с изучением биологии этого вида в Байкале.

Как известно, число копеподитных стадий у пресноводных *Cyclopoidea* равно шести. Вопрос о количестве науплиальных стадий до последнего времени окончательно не решен. Одни авторы [1, 2, 5, 6] насчитывают пять науплиальных стадий, другие [4, 7—9] — шесть. По мнению Зигельмайера, а также согласно устному сообщению Е. В. Борущкого, исследователи, насчитывающие у пресноводных циклопов пять науплиальных стадий, пропускают стадию второго ортонауплиуса, которая имеется у *Calanoida* и морских *Cyclopoidea* (у третьего подотряда отряда *Copepoda* — *Harpacticoida* различные семейства имеют пять или шесть науплиальных стадий). Ортонауплиус II гарпактицид, имеющих шесть науплиальных стадий, отличается от первой стадии лишь большими размерами тела [10]. По нашим данным, у изучаемого циклопа имеется шесть науплиальных стадий. У наших рачков вторая стадия ортонауплиуса отсутствует, имеющаяся же дополнительно к описываемым Рыловым пяти стадиям науплиальная стадия является промежуточной между его II и III метанауплиусами.

Морфология отдельных стадий развития *C. kolensis* изучалась нами частично на фиксированном материале, частично на личинках шкурках. Личинки зарисовывались с брюшной стороны при помощи рисовального аппарата. Общая длина тела измерялась с помощью окуляр-микрометра. Приводим описание отдельных стадий.

Первая науплиальная стадия (рис. 1, 1). Тело яйцевидной формы, несколько сплющенное в дорзовентральном направлении. Имеются три пары конечностей — первые и вторые антенны и мандибулы. Передние антенны одноветвистые, состоят из трех члеников. Длина передних антенн равна половине длины тела. Их дистальный членик несет две оперенные щетинки разной длины. Боковые щетинки второго и третьего члеников первых антенн имеют одинаковую длину. Вторые антенны построены по типу двуветвистой конечности. Они состоят из двучленистой основной части и двух ветвей (экзоподит и эндоподит). Первый членик базиподита на внутреннем крае снабжен жевательным

крючком, который у науплиусов первой стадии еще слабо развит. Экзоподит состоит из 5 членков, из них дистальный значительно короче двух предыдущих и вооружен на конце двумя щетинками. У основания каждого из остальных членков также имеется по щетинке. Эндоподит задних

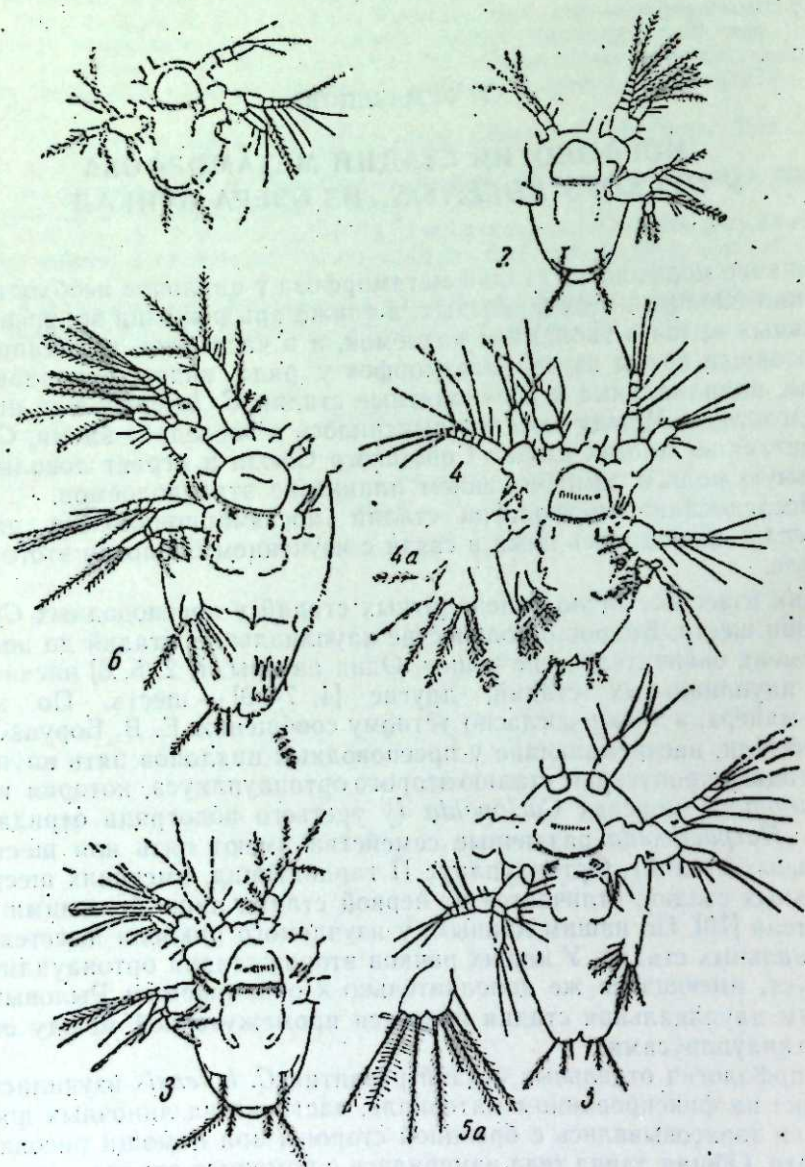


Рис. 1. Науплиальные стадии *C. kolensis*.

1—6 первая — шестая стадии. 4a — максилла 4 науплиальной стадии; 5a — максилла 5 науплиальной стадии.

антенн одночленистый, снабжен 4 щетинками. Мандибулы также двуветвистые; экзоподит четырехчленистый; эндоподит состоит из двух членков. Дистальный членик экзоподита вооружен тремя щетинками. Проксимальный членик эндоподита мандибул на брюшной стороне снабжен подвижной треугольной пластинкой с двумя оперенными щетинками. Дистальный членик эндоподита на конце несет 4 щетинки, из которых наиболее длинная щетинка — соседняя с внешней. На заднем конце тела имеются две каудальные щетинки, длина которых составляет около

половины ширины тела. Верхняя губа в виде округлой плоской пластинки. По нижнему краю губы имеется редкий ряд сравнительно длинных волосков. На брюшной стороне тела волоски расположены в виде двух продольных волнистых рядов.

Длина тела 135—146 μ (средняя 141 μ).

Вторая науплиальная стадия (рис. 1, 2). Характеризуется появлением зачаточных нижних челюстей в виде двух мелких бугорков с оперенной щетинкой на вершине каждого из них. Апикальное вооружение дистальных членков передних антенн состоит из трех щетинок. Пластинка эндоподита мандибул с тремя щетинками. Жевательный крючок развит уже достаточно хорошо. Тело вытягивается в длину и принимает несколько угловатые очертания.

Длина тела 150—172 μ (средняя 162 μ).

Третья науплиальная стадия (рис. 1, 3). Отличается от второй стадии появлением второй пары фуркальных щетинок. Наружная фуркальная щетинка почти вдвое длиннее внутренней. У основания щетинок имеется ряд очень тонких и коротких шпиков. Жевательный крючок на внутренней стороне коксоподита вторых антенн состоит из двух оперенных волосками, серпообразно изогнутых сильных шипов. Появляется второй ряд волосков посередине ротовой пластинки. Каждый ряд волосков на брюшной стороне заканчивается внизу петлей. Рисунок волосков дополняется двумя короткими продольными рядами, лежащими под ротовой пластинкой.

Длина тела 155—193 μ (средняя 179 μ).

Четвертая науплиальная стадия (рис. 1, 4). Внутренняя фуркальная щетинка третьей пары в зачаточном состоянии. Она лишь чуть длиннее двух соседних с ней шпиков. Оперение жевательных крючков коксоподита вторых антенн гетерономное: внутренний жевательный крючок с обеих сторон вооружен довольно грубыми шпиками, а наружный — щетинками. Максиллулы получают дальнейшее развитие. Они представляют собой двулопастную пластинку, несущую по наружному краю несколько щетинок. Их внешняя лопасть вооружена тремя длинными щетинками, внутренняя — тремя длинными и одной маленькой тонкой щетинкой. Пластинка эндоподита мандибул с четырьмя щетинками. Появляется намек на обособление фуркальных ветвей в виде узкой вырезки, хорошо различимой с брюшной стороны тела.

Длина тела 206—228 μ (средняя 215 μ).

Пятая науплиальная стадия (рис. 1, 5). Имеются три фуркальных щетинки. Внутренняя лопасть максиллул несет 5 щетинок, причем вторая и пятая щетинки, считая от наружного края, короткие, остальные длинные. Тело более удлиненное, чем на четвертой стадии. Дополнительные ряды волосков на брюшке преобразуются в пучки волосков.

Длина тела 236—258 μ (средняя 248 μ).

Шестая науплиальная стадия (рис. 1, 6). Имеются зачатки трех пар новых конечностей. Зачаток четвертой пары конечностей у нашего рачка отсутствует. Зачаток наружной фуркальной щетинки имеются три коротких шпика. Из фуркальных щетинок наружная самая длинная. Средняя и внутренняя щетинки имеют одинаковую длину. Число членков экзоподита вторых антенн достигает шести. Вместо центрального ряда волосков на ротовой пластинке появляется поперечная складка.

Длина тела 279—297 μ (средняя 286 μ).

В табл. 1 дается характеристика важнейших морфологических отличий науплиальных стадий *C. kolensis*.

Таблица 1

Характеристика важнейших морфологических отличий науплиальных стадий *C. kolensis*

Морфологические признаки	Стадии					
	1	2	3	4	5	6
Число пар конечностей	3	Появляются зачатки 4 пар максилл	4	4	4	Появляются в зачатке 5, 6 и 7 пары
				Максиллулы получают дальнейшее развитие		
				Внутренняя лопасть максилл несет 4 щетинки	Внутренняя лопасть максилл несет 5 щетинок	
Число каудальных щетинок	1 пара	1 пара	2 пары	3 пары в зачаточном состоянии	3 пары	3 пары
Длина тела в микронах	135—146	150—172	155—193	206—228	236—258	279—297

Первая колеподитная стадия (рис. 2). Тело состоит из пяти сегментов, короткое. Длина его без фуркальных щетинок вдвое превышает ширину. Углы первых двух сегментов не выдаются кзади, одинакового строения. Третий и четвертый сегменты значительно уже предыдущих, четвертый сегмент с выступающими кзади углами, удлиненный, цилиндрической формы. Передние антенны шестичленистые, не достигают до конца цефалоторакса. На втором членике задних антенн сохраняется рудимент второй ветви в виде короткого неясно расчлененного отростка с тремя щетинками на конце. У верхних челюстей-мандибул также имеются остатки двуветвистой конечности. Максиллулы состоят из четырех неясно разделенных члеников. Кроме верхней трехлопастной придаточной части внизу, позади зубцов находится довольно крупное, густо оперенное щупальце со следами многих члеников в дистальной части. Максиллы и максиллярные ножки у первой стадии в основном уже сформированы, хотя коксиподит максиллярных ног несет вместо трех только две щетинки. Две первые пары плавательных ног одночленистые. Вооружение экзоподита первой пары состоит из 4 шипов и 4 щетинок, второй пары — из 4 шипов и 3 щетинок. Третья пара плавательных ног находится в зачаточном состоянии. Фуркальные ветви очень короткие, без волосков на внутренних краях. Латеральная щетинка прикрепляется чуть далее середины их внешнего края. Из апикальных щетинок внутренняя крайняя щетинка самая длинная, следующие за ней щетинки (в порядке их прикрепления) соответственно все короче.

Длина тела 378—414 μ (средняя 410 μ).

Вторая колеподитная стадия (рис. 3). Тело состоит из шести сегментов. Углы четвертого сегмента не выдаются. Передние антенны семичленистые, едва достигают до конца цефалоторакса. Вторые ан-

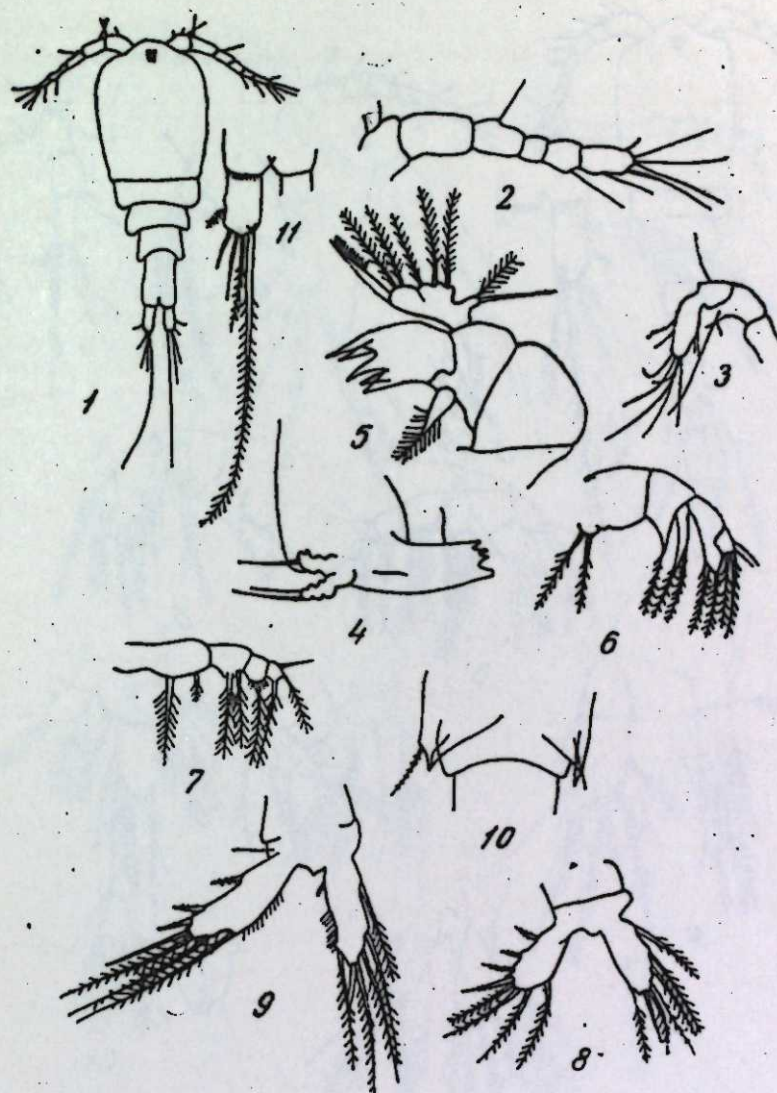


Рис. 2. *C. kolensis*, первая колеподитная стадия.

1 — общий вид со спинной стороны, 2 — антенна первой пары, 3 — антенна второй пары, 4 — мандибула, 5 — максиллула, 6 — максилла, 7 — максиллярная нога, 8 — нога первой пары, 9 — нога второй пары, 10 — нога третьей пары, 11 — фуркальная ветвь.

тенны без остатка экзоподита, по строению уже более приближаются к таковым взрослого животного. Мандибулы и максиллы получают свое окончательное развитие. Расчлененность максиллуд становится незаметной. Вторая пара нижних челюстей и максиллярные ножки, по сравнению с первой стадией, не изменяются. Первые две пары плавательных ног становятся двучленистыми, третья пара одночленистая, четвертая находится в зачаточном состоянии. Вооружение дистальных члеников экзоподитов показано на рис. 3 и в табл. 2. Фуркальные ветви более удлиненные, чем на первой стадии. Самой длинной является внутренняя средняя апикальная щетинка. Длина внутренней крайней апикальной щетинки составляет около половины длины внешней. Внешняя средняя щетинка чуть короче внутренней крайней. Самая короткая внешняя крайняя щетинка равна половине длины соседней средней щетинки.

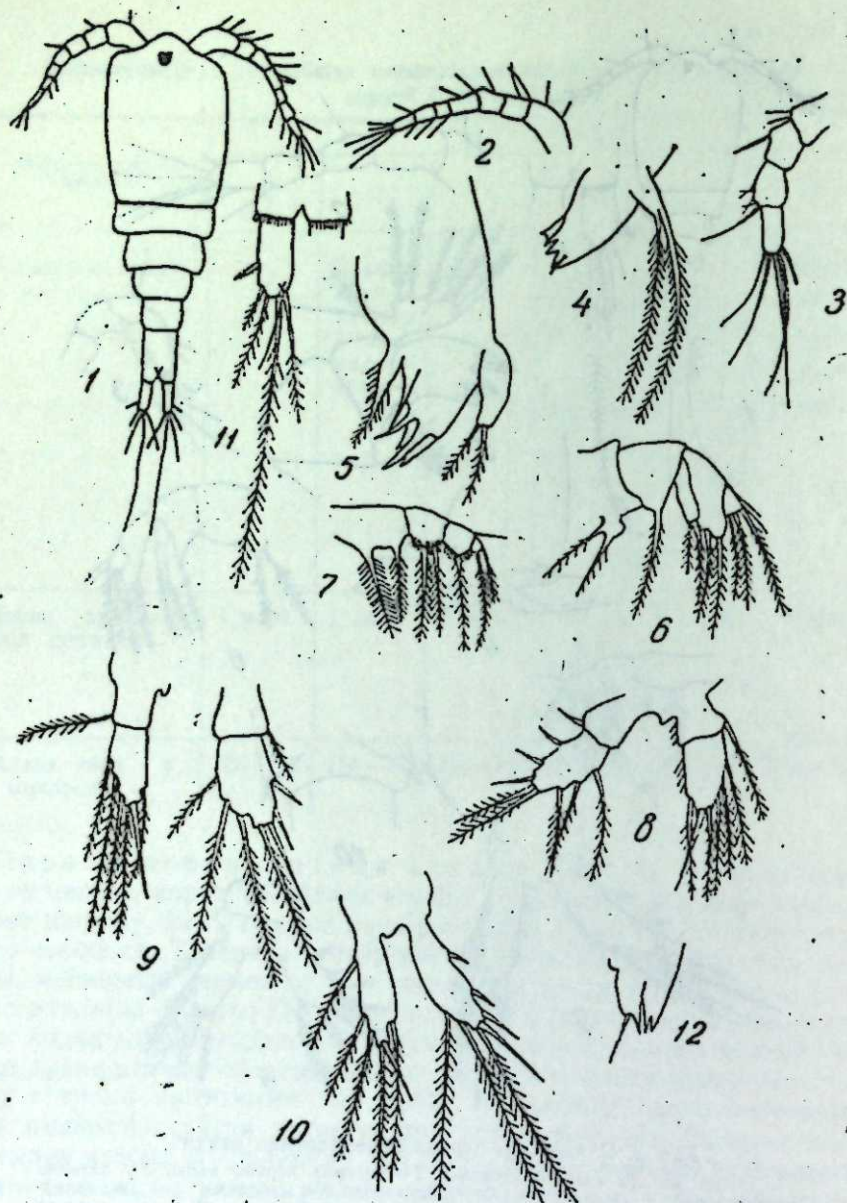


Рис. 3. *C. kolensis*, вторая копепоидная стадия. Обозначения те же, что на рис. 2 (12 — нога четвертой пары).

Длина тела 486—540 μ (средняя 517 μ).

Третья копепоидная стадия (рис. 4). Тело состоит из семи сегментов. Передние антенны девятичленистые. Третья и четвертая пары околоротовых конечностей формируются окончательно. Ветви трех первых пар плавательных ног состоят из двух члеников. Последняя пара — одночленистая. Вооружение дистальных члеников экзоподитов показано на рис. 4 и в табл. 2. Фуркальные ветви по сравнению с предыдущей стадией не изменились. Появляются зачатки пятой пары ног в виде выступа, несущего снаружи оперенную щетинку, а внутри более короткий шип.

Длина тела 540—630 μ (средняя 593 μ).

Разницы в размерах самцов и самок, по нашим данным, нет.

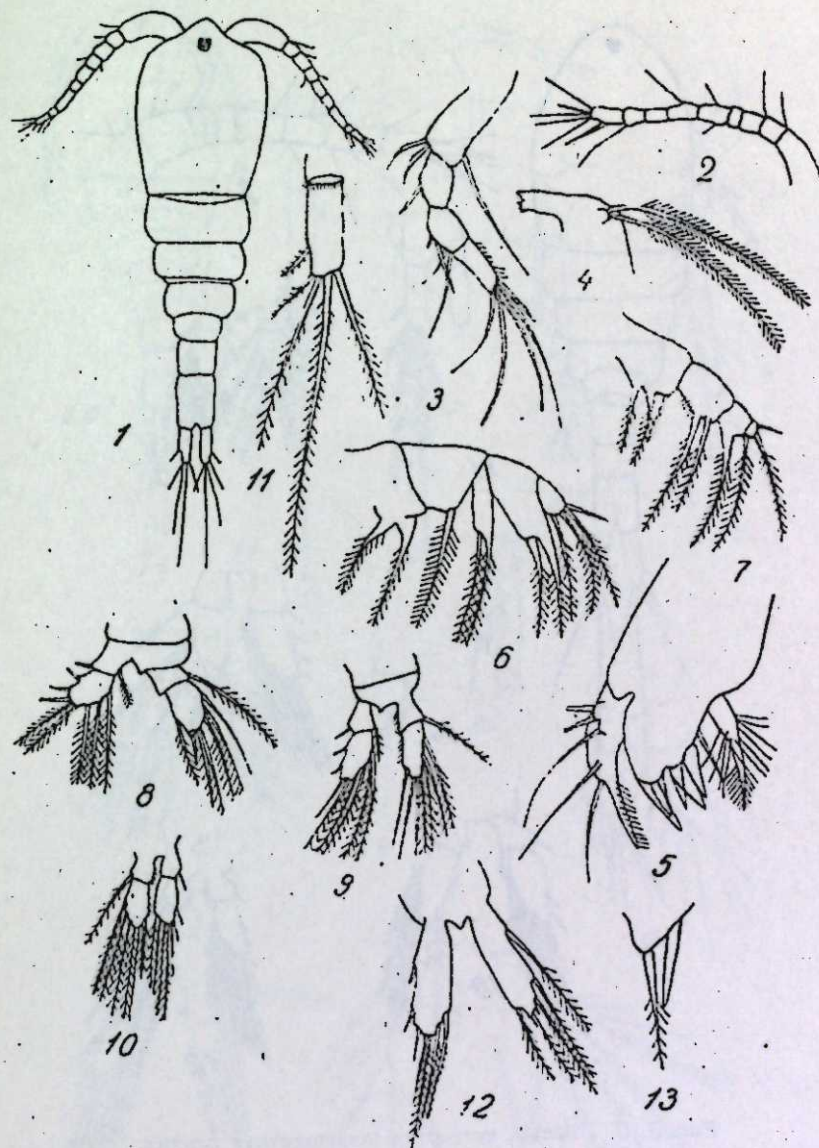


Рис. 4. *C. kolensis*, третья копепоидная стадия. Обозначения те же, что на рис. 2 (13 — нога 5 пары).

Четвертая копепоидная стадия (рис. 5). Тело состоит из восьми сегментов. Передние антенны десятичленистые. Ветви всех пар плавательных ног двучленистые. Количество шипов и щетинок на дистальных члениках экзоподитов показано на рис. 5. Пятая пара ног состоит из одного членика, несущего изнутри длинную щетинку, а снаружи — короткий шип. В нижней трети внутреннего края фуркальных ветвей появляется ряд волосков, а в верхней части фуркальных ветвей — слабо заметная кутикулярная складка. По общему виду фуркальные ветви уже приближаются к фуркальным ветвям взрослого рачка.

Различия в размерах тела у обоих полов незначительны. Так, 22 июня 1950 г. длина самок была 864—954 μ , самцов 810—846 μ . 11 сентября 1950 г. длина самок составляла 756—792 μ , самцов 684—738 μ .

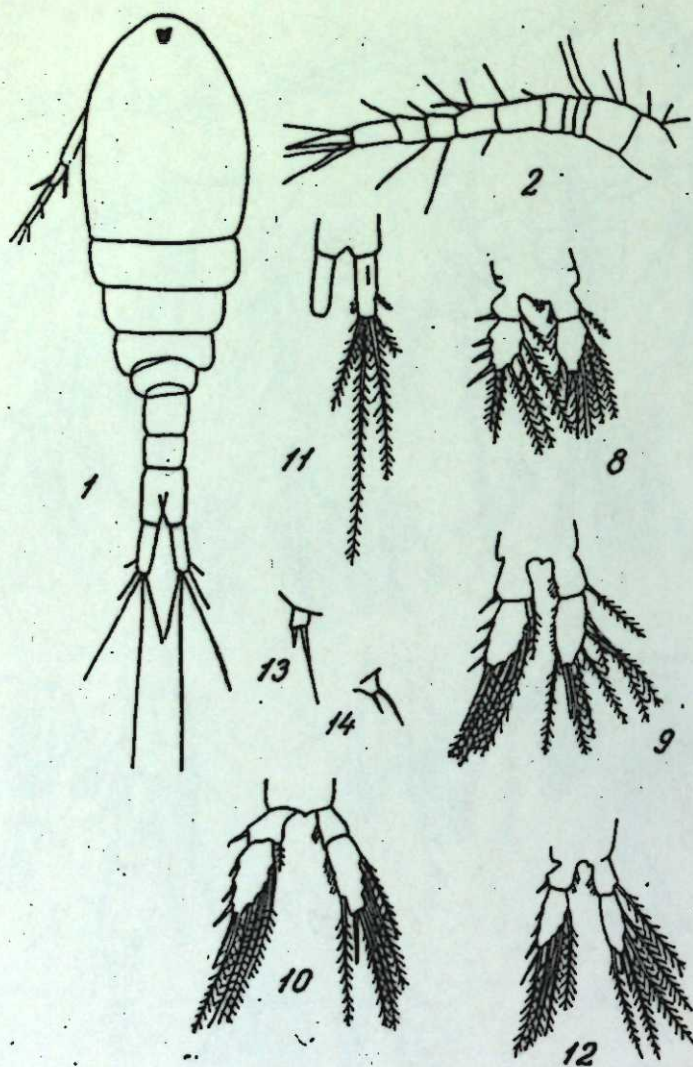


Рис. 5. *C. kolensis*, четвертая копепоидная стадия.
1 — общий вид со спинной стороны, 2 — антенна первой пары, 8—10 — ноги первой — третьей пар, 11 — фуркальная ветвь, 12 — нога четвертой пары, 13 — нога пятой пары, 14 — нога шестой пары.

Пятая копепоидная стадия (рис. 6). Тело состоит из девяти сегментов. Самцы имеют более узкое тело, чем самки. Передние антенны самок состоят из 11 члеников, число члеников в антеннах самцов равно 10. Все плавательные ноги на пятой стадии становятся трехчленистыми. У дистальных члеников экзоподитов развивается окончательное число шипов и щетинок (тип *Vini*). Пятая пара ног такая же, как у взрослых рачков. Кутикулярная складка фуркальных ветвей у самок все еще недоразвита. Ряд шипиков на внутренних краях фуркальных ветвей неполный. У самок членики передних антенн, особенно дистальные, более тонкие и длинные, чем у самцов.

Длина тела самок 918—1098 μ (22/VI—1950 г.), самцов — 882—954 μ (тогда же).

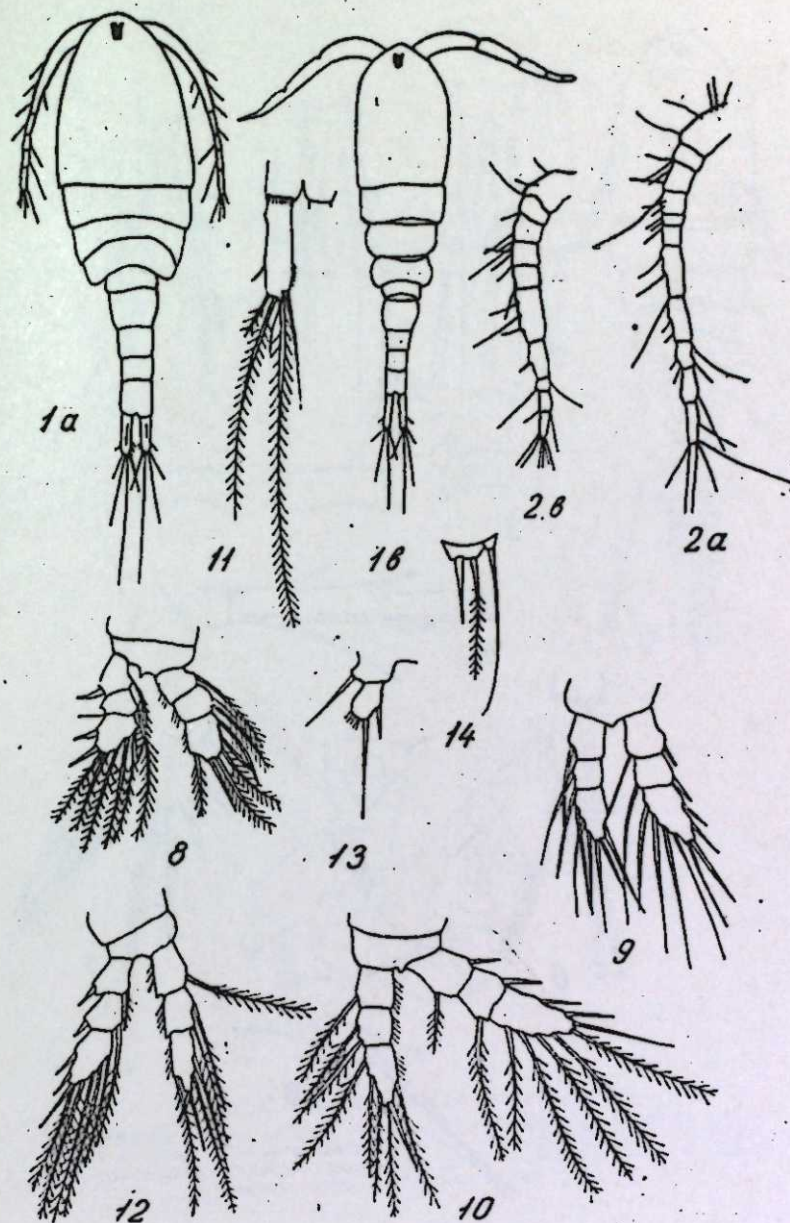


Рис. 6. *C. kolensis*, пятая копепоидная стадия.
1a — общий вид со спинной стороны, самка; 1b — то же, самец; 2a — антенна первой пары, самка; 2b — то же, самец; 8 — нога первой пары самки; 9 — нога второй пары самки; 10 — нога третьей пары самки; 11 — фуркальная ветвь самки; 12 — нога четвертой пары самки; 13 — нога пятой пары самки; 14 — нога шестой пары самки.

Шестая копепоидная стадия, половозрелая (рис. 7 и 8).

Самка. Тело состоит из девяти сегментов, удлиненное, постепенно суживающееся кзади. Наибольшая ширина лежит посередине цефалоторакса, несколько кзади от середины или даже в конце его. Цефалоторакс приблизительно в 1,5 раза длиннее следующих четырех торакальных сегментов. Задние углы цефалоторакса и следующих за ним двух торакальных сегментов, как правило, одинакового строения, не выдаются или не-

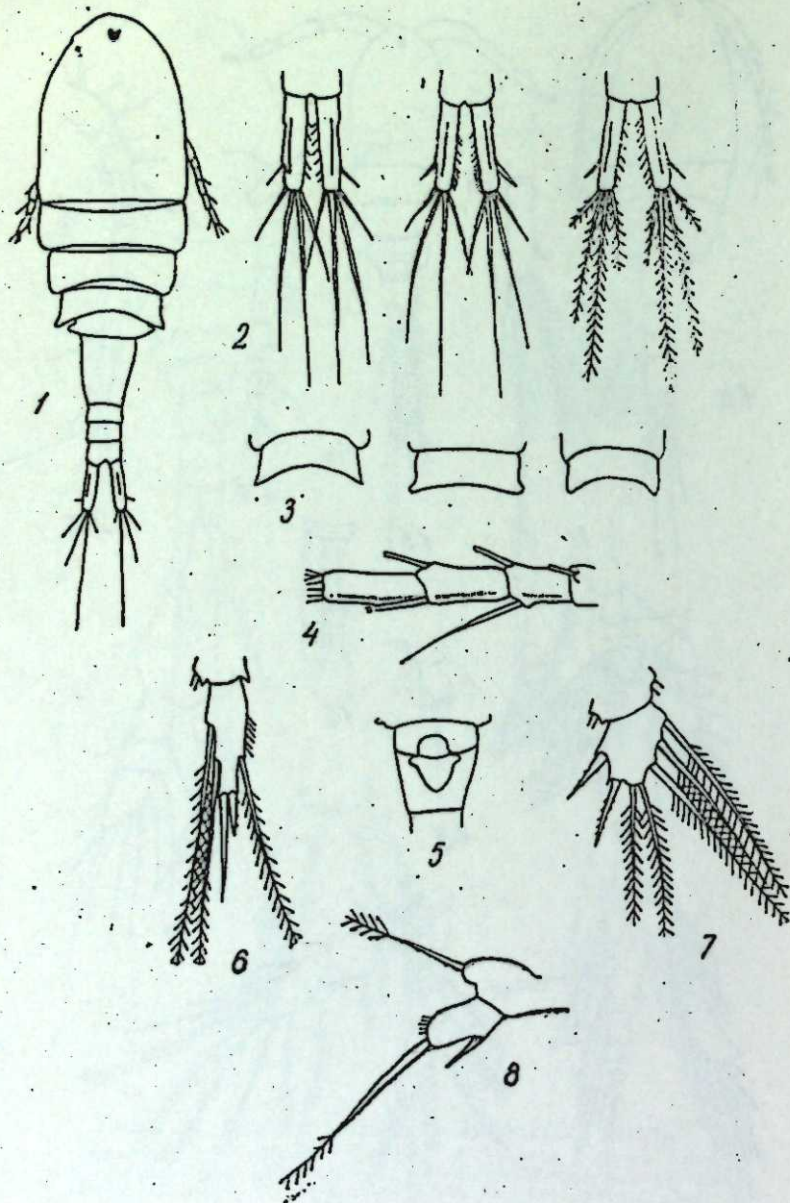


Рис. 7. *C. kolensis*, шестая, половозрелая стадия, самка. 1 — общий вид со спинной стороны, 2 — фуркальные ветви со спинной стороны, 3 — четвертый торакальный сегмент, 4 — три дистальных членика первых антенн, 5 — генитальный сегмент с *Receptaculum Seminis*, 6 — дистальный членик эндоподита четвертой пары ног, 7 — дистальный членик эндоподита первой пары ног, 8 — нога пятой пары.

значительно выдаются кзади. У четвертого сегмента эти углы образуют выросты варьирующей величины и очертаний. Пятый торакальный сегмент, по ширине составляющей $\frac{3}{5}$ — $\frac{4}{5}$ предыдущего сегмента, с хорошо развитыми заостренными боковыми выростами. Размеры абдомена относительно длины переднего отдела тела колеблются в довольно широких пределах — от $\frac{2}{5}$ до $\frac{3}{5}$, чаще длина абдомена составляет около половины длины переднего отдела тела.

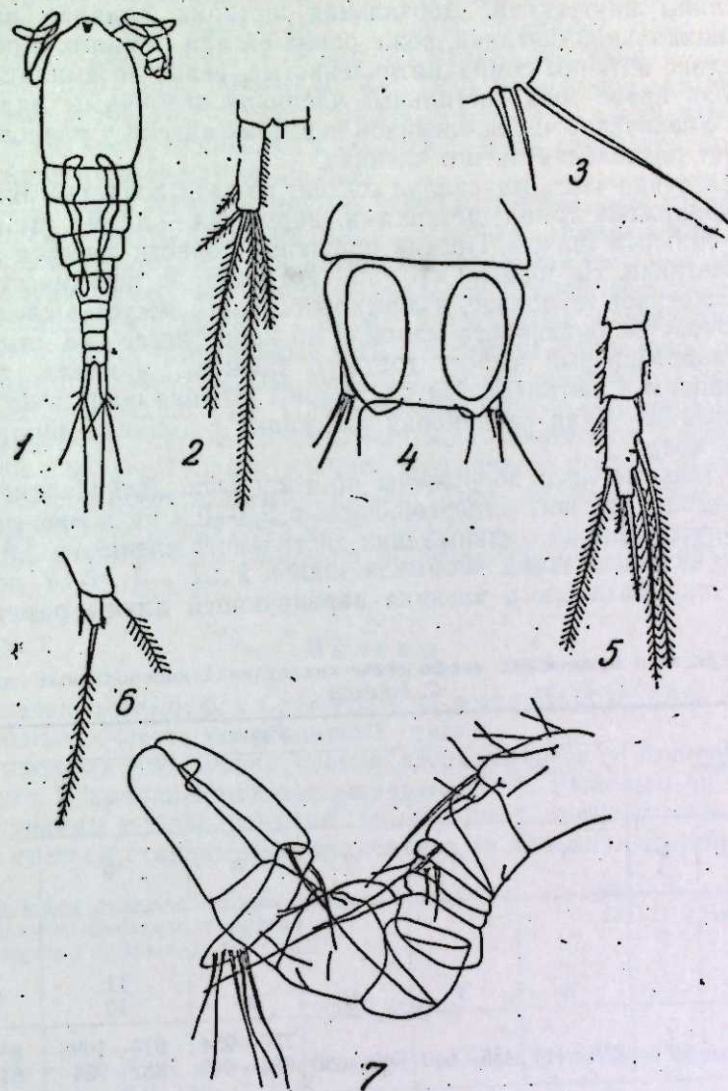


Рис. 8. *C. kolensis*, шестая стадия, самец. 1 — общий вид со спинной стороны, 2 — фуркальная ветвь со спинной стороны, 3 — нога шестой пары, 4 — генитальный сегмент, 5 — дистальный членик эндоподита ноги четвертой пары, 6 — нога пятой пары, 7 — антенна первой пары.

Генитальный сегмент узкий, несколько расширен в переднем отделе, постепенно суживается кзади. Ширина генитального сегмента составляет 70—90% его длины. *Receptaculum seminis* овальный, неширокий, имеет в верхней части своего заднего отдела направленные в стороны округлые выступы.

Фуркальные ветви короткие, сравнительно толстые, их ширина составляет 18—24% длины, чаще они расходящиеся, реже параллельные, причем степень расхождения сильно варьирует. Внутренние края фуркальных ветвей покрыты почти сплошным рядом редких волосков. Латеральная щетинка прикрепляется кпереди от заднего конца фуркальных ветвей. Из крайних апикальных щетинок внутренняя в 1,3—2,3 раза длиннее внешней; длина внешней из средних апикальных щетинок равна

$\frac{3}{5}$ — $\frac{4}{5}$ длины внутренней. Дорзальная щетинка длиннее внутренней крайней апикальной щетинки, реже равна ей или немного короче.

Передние антенны семнадцатичленистые, редко восемнадцатичленистые. Вдоль краев трех дистальных члеников различимы ряды тонких шипиков. Увеличение числа члеников передних антенн у рачков происходит за счет разделения пятого членика.

Придаточная часть максилл состоит из двух лопастей. Внутренняя лопасть вооружена тремя щетинками, наружная — двумя щетинками и довольно сильным шипом. Позади наружной лопасти имеется еще одна длинная щетинка. На нижней стороне гнатобаза, за передними зубцами имеется оперенное щупальце, в дистальной части несущее следы членистости*. Отросток базиподита максилл на конце несет две длинные щетинки. Клювообразный вырост третьего членика максилл вооружен сильным шипом и щетинкой. На внутренней стороне шипа в его средней части находится узкая тналиновая пластинка с тонкими шипиками на свободном крае.

Плавательные ноги вооружены по типу *Bini*. Длина дистального членика эндоподита ног четвертой пары в 2,5—2,9 раза превышает его ширину. Внутренний апикальный шип дистального членика в 2,0—3,5 раза длиннее внешнего шипа. Формула шипов 2 . 3 . 3 . 3. У ног пятой пары щетинка базального членика варьирующей длины равна $\frac{2}{5}$ — $\frac{3}{5}$

Таблица 2

Характеристика важнейших морфологических отличий копеподитных стадий *C. kolensis*

Морфологические признаки	Стадии					
	1	2	3	4	5	6
Число сегментов тела	5	6	7	8	9	9 10
Число члеников передних антенн	6	7	9	10	11 10	17 (18) 17
Длина тела в микронах	378—414	486—540	540—630	756—954 684—846	918—1098 882—954	864—1400 843—930
P_3 самок	нет	нет	зачаточн.	одночленистые	двучленистые, полностью сформированы	
Наличие и членистость плавательных ног:						Ветви всех пар плавательных ног двучленистые
1 пара	одночлен.	двучлен.	двучлен.			
2 пара	одночлен.	двучлен.	двучлен.			
3 пара	заточн.	одночлен.	двучлен.			
4 пара	нет	заточн.	одночлен.			
Вооружение дистальных члеников экзоподитов:						
формула шипов	4.4.0.0	3.4.3.0	3.3.3.3	3.4.4.4	2.3.3.3	
формула щетинок	4.3.3.0	5.3.4.0	5.5.4.3	5.5.5.5	5.5.5.5	

* У *Macrocyclops fuscus*, судя по рисунку Гернея, приведенному в монографии В. М. Рылова [6], на этом месте находится густо оперенная щетинка.

длины щетинки дистального членика. Шип на внутреннем крае последнего хорошо развит, выступает за конец членика. Близ основания дистальной щетинки имеется несколько мелких шипиков.

Общая длина тела 0,86—1,40 мм. Тело прозрачное, старые самки приобретают розоватый оттенок. Яйцевые мешки не очень крупные, округлой формы, тесно прилегают к абдомену. Яйца сравнительно крупные. Яйцевые мешки содержат до 46 яиц.

Самец. Тело десятичленистое, гораздо тоньше, чем у самки. Фуркальные ветви короче, длина их равна длине двух задних абдоминальных сегментов или чуть больше последней. Латеральная щетинка прикреплена еще дальше от заднего конца фуркальных ветвей, чем у самки. Продольная складка на спинной стороне фуркальных ветвей отсутствует. Четвертый и пятый торакальные сегменты имеют одинаковое строение с предыдущими сегментами, без выростов на задних углах. Передние антенны семнадцатичленистые. Плавательные ноги четвертой и пятой пар, как у самки. У ног четвертой пары наружная щетинка в 2 раза длиннее внутренней и в 3,0—3,7 раза длиннее внутреннего шипа. Сперматофоры располагаются на генитальном сегменте самки, расходясь под значительным углом. Общая длина тела 0,84—0,93 мм.

В табл. 2 приведены основные морфологические признаки копеподитных стадий *C. kolensis*.

Выводы

1. Изучен метаморфоз *C. kolensis* из озера Байкал. Описаны шесть науплиальных и шесть копеподитных стадий.
2. Выяснено, что вторая стадия ортонауплиуса у изученного вида отсутствует. В дополнение к описываемым В. М. Рыловым пяти науплиальным стадиям найдена шестая, являющаяся промежуточной между второй и третьей стадиями метанауплиуса (в описании Рылова).

Байкальская лимнологическая станция
Восточно-Сибирского филиала
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию
28/VII 1959

ЛИТЕРАТУРА

1. P. Manfredi, Etude sur le developpement larvaire de quelques espèces du genre *Cyclops*. II Ann. Biol. Zool., 14, 1925.
2. Л. Г. Амелина, Личинки пресноводных *Cyclopidae*. Тр. Косинской биол. станции, вып. 5, 1927.
3. Ewers, The larval development of fresh-water Copepoda Diss Ohio St. Univ, 1, 1930.
4. В. В. Дукина, Видовые различия личинок циклопов. Зоол. журн., т. 35, № 5, 1956.
5. W. Dietrich, Die Metamorphose der freilebenden Copepoden. 1, Zeitschr. wiss. Zool., 113, 1915.
6. В. М. Рылов, *Cyclopoida* пресных вод. Фауна СССР. Ракообразные, т. 3, вып. 3, 1948.
7. E. Walter, Ueber die Lebensdauer der freilebenden Subwasser Cyclopiden und andere fragen ihrer Biologie. Zool. Jahrb. Syst, 44, 1922.
8. W. Ziegelmaier, Metamorphose und Wachstum der Cyclopidae. Zeitschr. wiss. Zool., 126, 1925.
9. Е. В. Боруцкий, Рецензия на книгу В. М. Рылова «*Cyclopoida* пресных вод». Зоол. журн., т. 28, № 2, 1949.
10. Е. В. Боруцкий, *Harpaeticoida* пресных вод. Фауна СССР. Ракообразные, т. 3, вып. 4, 1952.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

И. И. КАПРАЛОВ, Ю. Г. МАРКОВ

О РОЛИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО РАЗРЯДА В ПРОЦЕССЕ ЗАЖИГАНИЯ ДУГИ

Рассмотрение вопроса о роли вспомогательного разряда в процессе зажигания дуги целесообразно начать с изучения характеристик допусковых, предпусковых и поджигающих токов дуги.

Для этой цели была выбрана конструкция опытного прибора, схема которой изображена на рис. 1. Прибор представляет собой экранированную конструкцию тиратрона с накаливаемым катодом. Нить, изготовленная из молибденовой проволоки диаметром 80 мк, расположена по оси прибора и является дополнительным электродом.

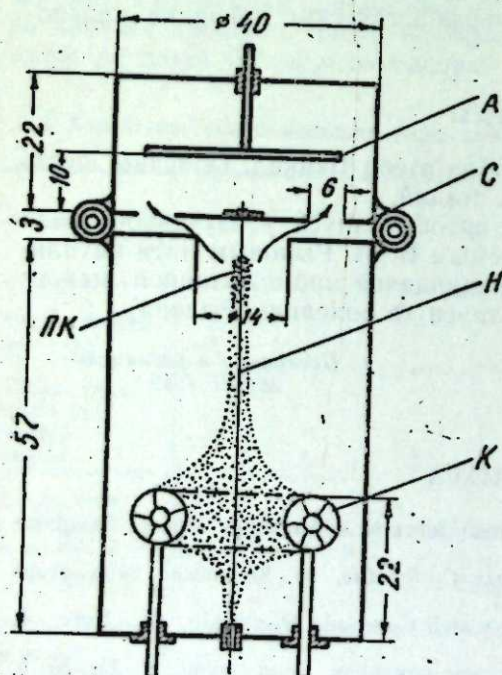


Рис. 1. Схема конструкции опытного прибора.

А — анод, К — накаливаемый катод, С — сетка, Н — металлическая нить, ПК — «плазменный катод».

Остальные данные схемы видны непосредственно на рисунке.

Исследование предпускового режима производилось по методу однократных зажигания прибора с помощью нити и сетки. До момента зажигания определялись допусковые и предпусковые токи, а также поджигающий ток нити $I_{нз}$. При этом варьировались величины анодного напряжения U_a , напряжения сетки U_c и разрядного тока I_p .

Результаты измерений, проводившихся по описанной выше методике, представлены на рис. 3 и 4, где видно, что допусковой ток $I_{дп}$ в сильной степени зависит от величины тока нити I_n . При увеличении тока нити, допусковой ток растет более круто, а напряжение зажигания падает. Логарифмические характеристики допусковых токов

С накаливаемого катода происходит разряд на нить. Электроны, двигаясь к нити, осуществляют орбитальное движение около нее до тех пор, пока потери энергии на ионизацию не приведут к их попаданию на нить. Плазма разряда распространяется вдоль нити до некоторой высоты, зависящей от величины разрядного тока I_p .

Изменяя величину разрядного тока, мы можем регулировать высоту подъема плазмы вдоль нити — лифта.

Если подать положительное напряжение на анод, то в анодной цепи возникает ток $I_{дп}$, формируемый главным образом за счет электронов тех участков плазмы, которые ближе всего к аноду (см. рис. 1).

Зажигания дуги на анод можно добиться увеличением либо анодного напряжения U_a , либо поджигающего тока I_n . Максимальная величина допускового тока есть предпусковой ток $I_{пр}$ (см. рис. 3).

Опытный прибор наполнялся ртутными парами и помещался в масляную ванну с постоянным температурным режимом.

Схема, на которой производились измерения, в упрощенном виде показана на рис. 2. Она была оснащена электронизмерительными приборами класса 0,5 и имела стабилизированные источники питания. Микроамперметр анодной цепи защищался от больших токов с помощью электромагнитного реле P_T .

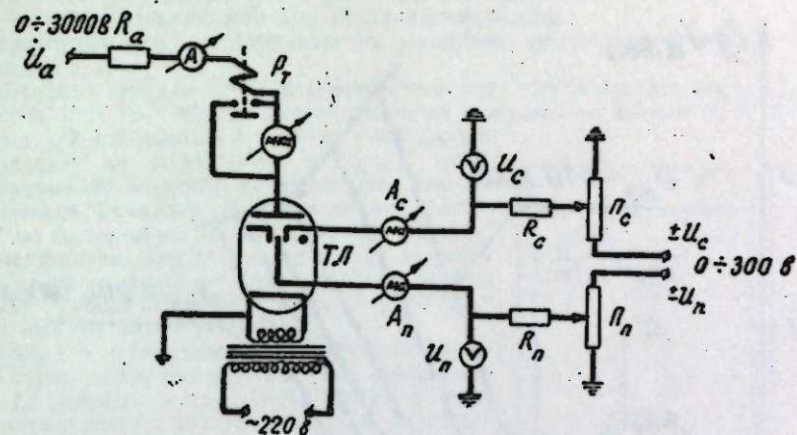


Рис. 2. Электрическая схема для исследования предпускового режима. ТЛ — опытный прибор; U_a — регулируемое анодное напряжение; U_n, U_c — регулируемые напряжения в цепях нити и сетки; $П_c, П_n$ — потенциометры в цепях сетки и нити; P_T — электромагнитное реле.

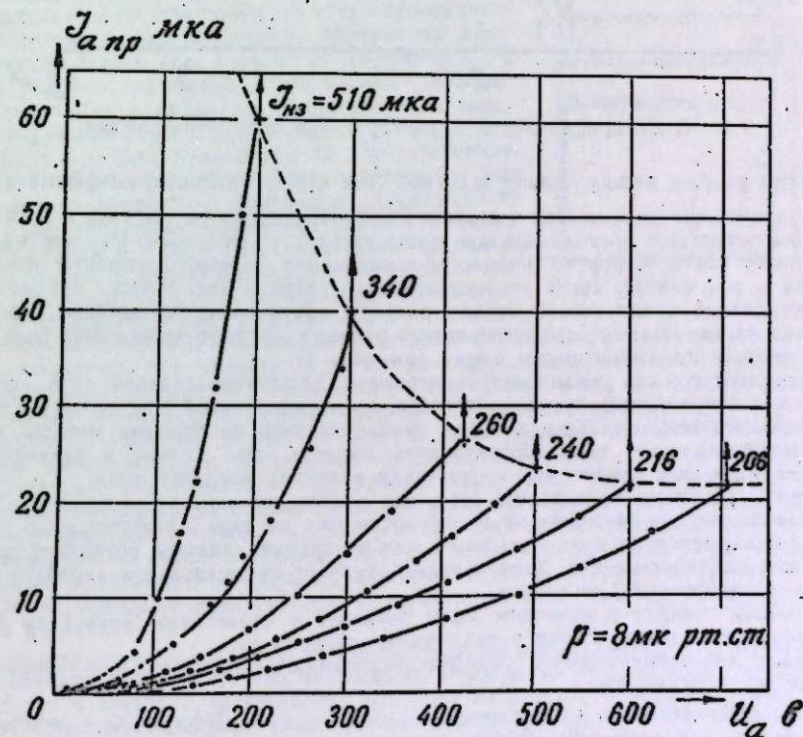


Рис. 3. Семейство допусковых токов и пусковая характеристика.

(см. рис. 4) показывают, что $I_{дп}$ с хорошей точностью представляет степенную функцию от анодного напряжения. Угол наклона характеристик слабо изменяется при переходе от одного значения $I_{нз}$ к другому.

При изменении $I_{нз}$ от 206 мкА до 510 мкА тангенс угла наклона меняется от 1,8 до 2,5 (см. рис. 4).

Как показывает изучение полученного экспериментального материала, наличие в катодном пространстве готовых ионов, генерируемых вспомогательным разрядом, не только существенным образом влияет на параметры точки зажигания ($U_{аз}, I_{дп}$), но, по-видимому, играет большую роль в подготовке предпусковой стадии разряда.

Если зажигание обычного тиратрона происходит вследствие накопления ионов в анодной камере, то для рассматриваемого прибора, где анодное поле концентрирует-

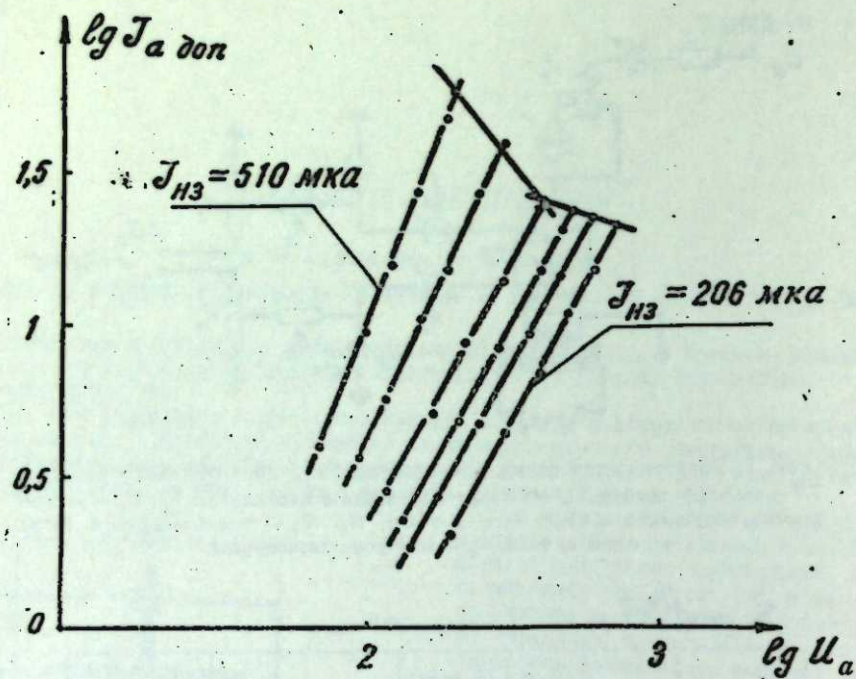


Рис. 4. Логарифмические характеристики допусковых токов.

ся на малом участке между анодом и сеткой (так что $\frac{E}{v}$ велико), коэффициент ионизации α практически не меняется с изменением E . Предпусковой ток $I_{\text{анр}}$ в этом случае должен бы оставаться постоянным или даже расти с увеличением U_a , что на самом деле не имеет места. Вероятно, процесс формирования пускового момента происходит иначе, чем в том случае, когда вспомогательного разряда нет. Можно предположить, что формирование предпусковой стадии разряда обусловлено процессами, протекающими в тех частях плазмы вспомогательного разряда, которые выполняют роль «плазменного катода» по отношению к аноду (см. рис. 1).

Действительно, как показывает эксперимент, зажигание главной дуги (при данном анодном напряжении) происходит тогда, когда допусковой ток достигнет некоторой критической величины $I_{\text{анр}}$, которая приблизительно на порядок меньше, чем величина поджигающего тока. Естественно принять, что толчок к развитию основного разряда дает именно эта критическая величина анодного тока.

Можно, например, представить себе, что в пусковой момент электронные потери «плазменного катода», которые он ранее восполнял за счет диффузионного тока из плазмы, становятся настолько большими, что на границе плазмы возникает дополнительный перепад напряжения. Этот перепад означает проникновение анодного поля в плазму и, следовательно, ее распад.

Подобный процесс в конечном итоге приведет к нарастанию ионизации во всем объеме разрядного пространства и зажиганию основной дуги.

Однако, для окончательной проверки высказанного предположения требуются дополнительные эксперименты.

Институт радиофизики и электроники
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию
3/II 1960

М. П. БОЛШТЯНСКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ТРЕХФАЗНОМ ГРУНТЕ ПОД ЖЕСТКИМ ШТАМПОМ

Для уточнения характера распределения вертикальных напряжений в трехфазном грунте в лаборатории ледотехники и мерзлотоведения Транспортно-энергетического института СО АН СССР были проведены лабораторные исследования на большой модели, результаты их излагаются ниже.

Задачей исследования являлось уточнение абсолютных величин напряжений в однородном грунте и влияния жесткого подстилающего слоя.

Лабораторные опыты проводились на установке, принципиальная схема которой дана на рис. 1.

На бетонном фундаменте 1 установлена сварная металлическая форма 2, имеющая размеры $40 \times 40 \times 40$ см, изготовленная из швеллерного железа № 8. Металлическая рама 5, 7 с месдозой 6 позволяет передавать через пуансон 3 на заключенный в форму грунт контролируемое по месдозе давление при помощи гидравлического домкрата 4. Специальные приспособления, не показанные на схеме, давали возможность осуществлять нагрузку на круглый жесткий штамп, устанавливаемый на поверхности грунта, при помощи рычажного пресса, а также фиксировали осадку штампа во время опытов.

Давления в грунте измерялись при помощи закладки в грунт электротензометрических динамометров типа балластных месдоз ЦНИИ МПС. В качестве регистрирующей аппаратуры был применен электронный мост УИД-2. Чувствительность применявшейся аппаратуры характеризуется следующими параметрами: одному делению реохорда электронного моста соответствует давление $0,02 \text{ кг/см}^2$ на крышку динамометра. Динамометр представляет собой цилиндр диаметром 5 см и высотой 2 см. Верхняя и нижняя половины цилиндра могут перемещаться по вертикали так, что модуль деформации динамометра как целого тела зависит от жесткости С-образных упругих элементов, скрепляющих крышки. В наших опытах применялись динамометры с модулем деформации 700 и 400 кг/см^2 .

Грунт в форме уплотнялся до требуемой плотности путем прессования жестким пуансоном под определенным давлением. Динамометр закладывался в грунт на требуемом уровне во время засыпки рыхлого грунта в форму. Такая методика обеспечивала получение в достаточной мере одинаковых образцов, что было особенно важно для уменьшения разброса результатов повторных опытов.

Ввиду неизбежного отклонения показаний динамометра в грунте от его показаний при тарировке под прессом, а также для уменьшения влияния случайных факторов, тарировка динамометров проводилась каждый раз перед и после проведения опытов в том же образце грунта. Для этого по поверхности грунта давалось равномерно распределенное давление ступенями той же величины, что и при нагрузке штампом. Давление распределялось равномерно следующим образом: на поверхность грунта, предварительно отформованного до нужной плотности, укладывалась наполненная водой резиновая камера, имевшая размер 40×40 см и толщину слоя воды 4 см. Сверху камеры помещался пуансон и давалось давление гидравлическим домкратом, контролировавшееся по месдозе. Таким образом, создавалось известное поле вертикальных напряжений в исследуемом образце. Влиянием трения по стенкам пренебрегали, так как глубина закладки динамометра не превышала одной четверти от наименьшего размера в плане.

Прессование образцов под установленным давлением позволило получить грунт с определенными механическими свойствами. В пределах тех давлений, которым грунт подвергался в процессе прессования, т. е. при нагрузках, меньших предела упрочнения, отсутствовали заметные пластические деформации грунта. Это позволило четко проследить две фазы напряженного состояния образца: фазу прочного сопротивления действующей через штамп нагрузке и фазу пластических сдвигов в подштамповой области.

Опыты проводились с легким суглинком при оптимальной влажности и плотности, равной 0,95 от стандартной плотности по Проктору. Образцы прессовались под давлением 2 кг/см^2 в течение 15 мин., установка штампа и нагружение с измерением напряжений производились на другой день. В опытах применялись круглые штампы диаметром 10, 7 и 5 см. Модуль деформации грунта, определявшийся в каждом опыте по кривой вдавливания штампа, составлял в пределах упрочнения в среднем $110-120 \text{ кг/см}^2$.

Для оценки влияния жесткого основания на распределение вертикальных напряжений в грунте динамометр располагался на расстояниях 0,5 и 30 см от бетонного

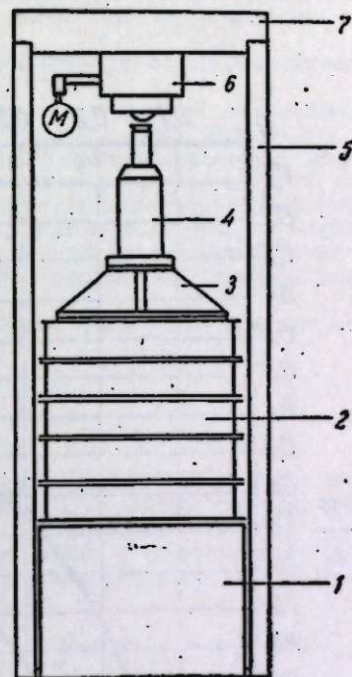


Рис. 1.

фундамента. Опыты проводились с пятикратной повторностью. Среднеквадратичное отклонение составило 9%.

Результаты опытов показаны на рис. 2. По горизонтали отложены относительные величины вертикальных напряжений под центром штампа в долях от среднего давления штампа на грунт P . По вертикали отложена относительная глубина в долях диаметра штампа $\frac{H}{D}$. Кривая I соответствует теоретическим давлениям под центром

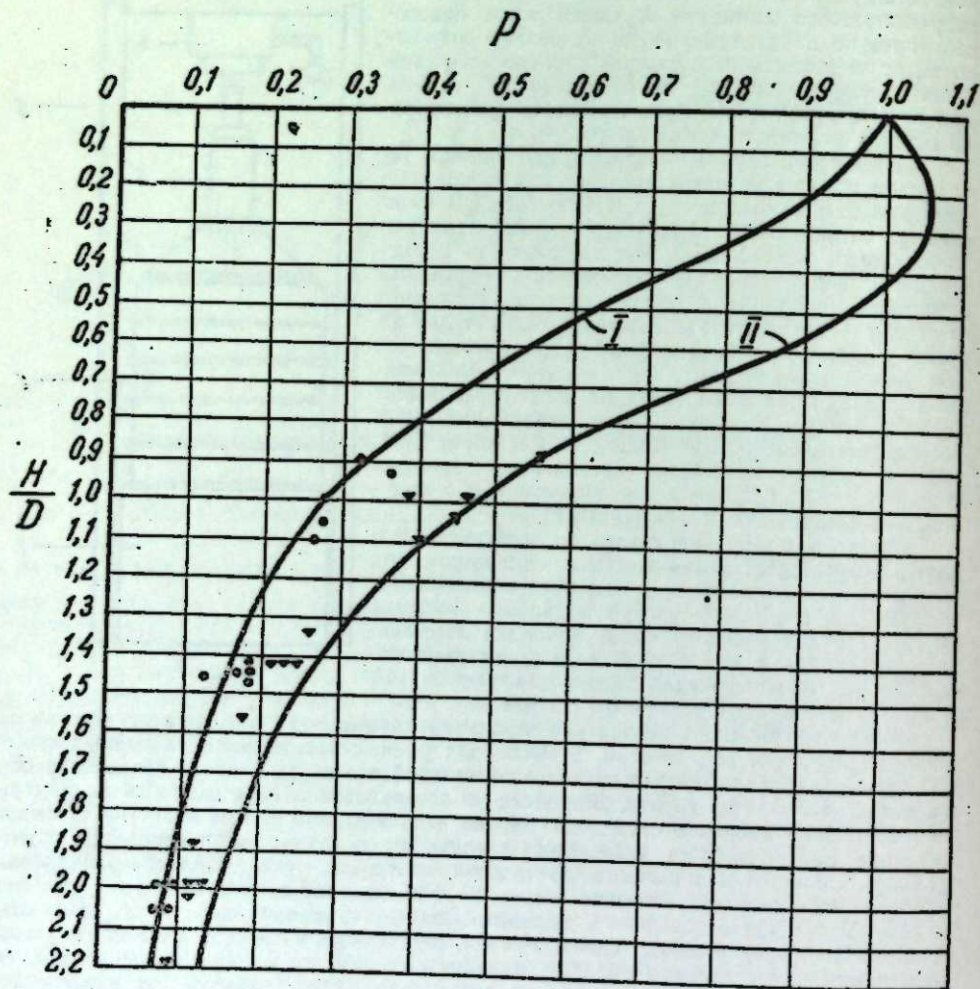


Рис. 2.

круглого штампа, воздействующего на однородное полупространство. Кривая II дает теоретические давления под центром штампа на плоскости контакта двух слоев при наличии жесткого основания, подстилающего упругий слой. Точки, отмеченные кружками, соответствуют опытам, при которых датчик находился на расстоянии 30 см от бетонного фундамента, треугольниками обозначены результаты опытов, когда датчик находился в 0,5 см от фундамента.

Всего было проведено 20 опытов. Динамометр закладывался на глубину ≈ 10 см с измерением фактической глубины в процессе опыта с точностью 1 мм. Первые 10 опытов были проведены со штампом $D = 10$ см. Результаты их соответствуют отношению $\frac{H}{D} \approx 1$. Нагрузка прикладывалась ступенями 1, 2 и 3 кг/см². Последняя обычно вызывала явления пластического течения грунта в подштамповой области, появление радиальных трещин на поверхности грунта.

Результаты измерения напряжений на глубине 10 см при нагрузке на штамп 1 и 2 кг/см² были одинаковы. Последующие 10 опытов проводились со сменой штампов. Вначале ставился штамп $D = 7$ см, что соответствует $\frac{H}{D} \approx 1,44$, ступени нагрузки были 0,5 и 1,0 кг/см². Затем ставился штамп $D = 5$ см, нагрузка давалась 1 и 2 кг/см². Для надежного контакта грунта со штампом последний разогревался до 120°С и ставился на парафиновую подливку толщиной 3—4 мм, нанесенную предварительно на поверхность грунта.

Все точки на рис. 2 даны для давления штампа 1 кг/см², т. е. давление составляет 0,5 от предела упрочнения грунта.

Как видно на рис. 2, распределение вертикальных напряжений в упрочненном трехфазном грунте удовлетворительно соответствует распределению напряжений в упругом изотропном полупространстве. При этом наличие жесткого основания также влияет на распределение напряжений в грунте, увеличивая их. Влияние жесткого основания в наших опытах было несколько меньше, чем по данным теории упругости. Если теоретические напряжения при наличии жесткого основания составляют в среднем 160% от напряжений в однородном полупространстве при прочих равных условиях, то в наших опытах напряжения при наличии жесткого основания составили в среднем 140% от напряжений в однородном грунте.

Все полученные данные относятся только к связным трехфазным грунтам при нагрузках, меньших предела упрочнения.

Выводы

1. Распределение напряжений в упрочненном связном трехфазном грунте в пределах упрочнения соответствует распределению напряжений в упругом полупространстве.
2. Жесткое основание вызывает увеличение напряжений в трехфазном связном упрочненном грунте. Напряжения в грунте на жестком основании составляют в среднем 140% от напряжений в однородном грунте.

Транспортно-энергетический институт
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию
25/XII 1959.

М. Г. ЕНИКЕЕВ

МЕТОД АНАЭРОБИОЗА В БОРЬБЕ С *USTILAGO TRITICI* (PERS) JENS

Термический метод дезинфекции семян, зараженных пыльной головней, предложенный в 1888 г. Йенсеном [1], будучи вполне эффективным в борьбе с пыльной головней пшеницы, страдает в то же время рядом недостатков, препятствующих широкому использованию его в производстве. Этот метод трудоемок, так как состоит из нескольких операций: предварительного намачивания семян в воде при температуре 28—32°С в течение 4 часов, последующего активного прогревания их при температуре 50—53°С в течение 7—10 мин., погружения после прогревания в холодную воду и сушки.

Указанные недостатки вынуждали исследователей искать и разрабатывать новые методы борьбы с этой болезнью.

Испытывались химические средства борьбы, упрощенные модификации термического обеззараживания от пыльной головни (однофазная термическая и термохимическая дезинфекции), протравливание сухим паром, жаром.

Все выдвигаемые приемы борьбы, устраняя один из недостатков двухфазного термического протравливания — его громоздкость, не разрешали проблемы, так как посевной материал в большинстве случаев полностью не обеззараживался, обработанные тем или иным способом семена снижали всхожесть, что оказывало отрицательное действие на урожай.

В 1933 г. К. Е. Мурашкинский [2] прогревал семена пшеницы, зараженные пыльной головней, в прокипяченной воде, нагретой до 40°С с добавлением 5% спирта, без доступа воздуха. После 6—8-часовой обработки семян процент зараженных колосьев, по сравнению с контролем, снижался.

В эти же годы В. К. Залесский [3] обрабатывал семена пшеницы в дистиллированной воде, не содержащей кислорода, при температуре 25°С в течение 24 час. За-

раженность пыльной головней после такой обработки по сорту Альбидум 721 колебалась от 1,5 до 2,5%, т. е. полного обеззараживания также не происходило.

Способ обработки семян, предложенный К. Е. Мурашкинским, в сущности своей термический, так как грибка возбудителя болезни погибала не от недостатка кислорода, а от высокой температуры, близкой к критической, а спирт ускорял гибель паразита.

Температура, применяемая в опытах В. К. Залесского с выдерживанием семян в строго анаэробных условиях, не была оптимальной для роста и развития грибки возбудителя пыльной головни. Хотя грибка и чувствительна к недостатку кислорода, экспозиция обработки семян (18—24 час.), применяемая Залесским, по нашему мнению, была недостаточной для уничтожения этого паразита. Полной ликвидации болезни не происходило.

Указанные соображения натолкнули нас на мысль использовать для обеззараживания оптимальную температуру для роста и развития грибки головни, протравливание осуществлять в обычной воде без доступа воздуха с длительной экспозицией вымачивания семян. С этой целью в 1958 и 1959 гг. на опытных полях был поставлен полевой опыт с яровой пшеницей Цезнум 111, зараженной пыльной головней. Для сравнения был взят вариант с однофазным термическим протравливанием. Каждый вариант опыта закладывался в 3—4-кратной повторности на делянках 25—50 м².

Анаэробное обеззараживание от пыльной головни мы осуществляли путем погружения семян в двадцатилитровый сосуд с притертой и смазанной вазелином пробкой. Сосуд доверху наполнялся водой, нагретой до 32°, и помещался в термостат типа ТУП-52 на 48 час. Температура воды на всем протяжении процесса поддерживалась оптимальной для роста и развития возбудителя пыльной головни — 28—32°. Данные температура и экспозиция, по нашему мнению, должны были полностью подавить паразита.

При однофазной термической обработке семена прогревались в течение 2 час. при температуре 47° С.

Семена после соответствующих обработок высушивались, проверялись на всхожесть и высевались в полевых условиях.

В. К. Залесский доказал, что в условиях бескислородного дыхания зерна, погруженного в воду, происходит гибель грибки пыльной головни. Но ни он, ни К. Е. Мурашкинский не говорят о всхожести семян, урожае зерна. Убить возбудителя легко, но важно при этом не уменьшить всхожести семян, не ослабить дальнейшего роста растений и не допустить снижения урожайности.

Определение лабораторной всхожести велось по общепринятой методике (ГОСТ 5055-56). Результаты опыта приведены в табл. 1.

Таблица 1
Влияние анаэробного и однофазного термического прогреваний на всхожесть семян

Способ обработки семян	Всхожесть, %	
	1958 г.	1959 г.
Контроль (необработанные семена)	95	93
Анаэробное прогревание (48 час. при 28—32°)	95	91
Прогревание — (8 час. при 40°)	80	77
Однофазное термическое прогревание — 2 часа при 47°	81	79

Как видно из таблицы, в варианте с анаэробным прогреванием не происходило снижения всхожести. Однофазная термическая обработка и прогревание семян при температуре 40° резко снизили всхожесть на 15—16%. Снижение всхожести мы объясняем отрицательным воздействием температуры 40—47° на зародыш семени пшеницы. Такая температура при длительном выдерживании семян в водной среде близка к критической, что отрицательно сказывается на росте и развитии зародыша, на прорастании семян. Это доказано работами многих исследователей [4, 5].

Так, в полевых условиях на делянках с однофазным термическим прогреванием мы наблюдали много ослабленных прорастающих семян, большей частью не выходящих на поверхность почвы, изогнутых, искривленных у основания семени. Семена, под-

* В производственных условиях анаэробное прогревание можно легко осуществить в бидонах из-под молока, наполненных водой и помещенных на 48 час. в зерносушилки.

вернутые анаэробному прогреванию, развиваясь сильными, здоровыми, с прямыми ростками.

Анаэробная обработка семян проще и экономичнее однофазной термической обработки и тем более двухфазной. Если для дезинфекции 1 ц семян методом анаэробиза затрачивалось 2 руб. 25 коп., то при двухфазном термическом протравливании затраты на 1 ц семян составили 10 руб. 33 коп.

Преимущества этого метода борьбы перед остальными проявляются также в отношении обеззараживающей эффективности и урожайности, что видно из табл. 2.

Таблица 2
Влияние анаэробного и однофазного термического прогреваний на урожай и пораженность пыльной головней*

Способ обработки семян	Пораженность пыльной головней, %		Урожай, ц/га	
	1958 г.	1959 г.	1958 г.	1959 г.
Контроль (необработанные семена)	1,4	1,6	20,3	18,4
Анаэробное прогревание (48 час. при 28—32°)	0,000	0,000	22,3	20,4
Однофазное термическое прогревание (2 час. при 47°)	0,08	0,06	19,1	17,8

* Вариант с прогреванием при +40° мы исключили из полевого опыта ввиду резкого снижения всхожести.

Приведенные результаты опыта показывают, что анаэробное прогревание совершенно уничтожило пыльную головню, дало прибавку в урожае, по сравнению с однофазным термическим прогреванием и контролем, в пределах 1,5—3 ц/га. Это свидетельствует о несомненной практической ценности изучаемого нами способа обеззараживания.

Предлагаемый нами новый вариант анаэробного протравливания — это попытка разрешения проблемы эффективной борьбы с пыльной головней в целях дальнейшего повышения урожая наиболее ценной и основной сельскохозяйственной культуры сибирского земледелия — яровой пшеницы.

Хотя полевые и лабораторные исследования проводились всего лишь два года, полученные нами результаты позволяют анаэробный метод борьбы с пыльной головней рекомендовать для испытания и внедрения в производство.

Сибирский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства
г. Омск

Поступила в редакцию
1/III 1960

ЛИТЕРАТУРА

1. O. Appel, E. Bieh m, Die Bekämpfung des Flugbrandes von Weizen und Gerste. Arb. Keiserl. Biol. Anst. Land u. Fortwirtschaft, Bd. VIII. Hf. 3, 1919.
2. К. Е. Мурашкинский, На защиту урожая. № 1, М., 1934.
3. В. К. Залесский, Метод анаэробиза для борьбы с пыльной головней пшеницы. Сб. «Защита растений», № 1, 1935.
4. К. Жук, Термическая дезинфекция семян. Агробиология, № 1, 1947.
5. В. Крокер, Л. Бартон, Физиология семян. М., 1955.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

ПОЛЕЗНЫЙ СПРАВОЧНИК*

В Сибири и на Дальнем Востоке имеется около ста вузов, на гуманитарных кафедрах которых ведутся научные исследования по истории, экономике, философии, языкознанию, литературоведению и другим наукам. Значительную работу в этих областях знания ведут и научно-исследовательские учреждения АН СССР, находящиеся в Сибири и на Дальнем Востоке.

До недавнего времени работа гуманитарных кафедр никем не координировалась и не направлялась. Научные работники вузов и исследовательских учреждений часто не знали, кто и над какими темами работает в различных вузах. В результате этого получался ненужный параллелизм в работе, дробность и случайность тематики.

Постоянная Комиссия по общественным наукам Сибирского отделения АН СССР проделала весьма важную работу, определив главные направления и проблемы научных исследований на семилетие. Многие кафедры при составлении планов научно-исследовательской работы учли эти рекомендации Постоянной Комиссии по общественным наукам, но некоторые кафедры не смогли перестроиться в нужном направлении, что, как увидим дальше, нашло отражение в этом сводном плане.

Анализ тематики показывает, что в вузах и научно-исследовательских учреждениях Сибири и Дальнего Востока ведется большая многогранная исследовательская работа по истории, экономике и организации промышленного производства, сельского хозяйства, по философии, русскому языку и литературе, по языкам, литературе и фольклору народов Сибири и т. д.

В числе запланированных работ значатся 49 докторских диссертаций, 325 монографий, 245 кандидатских диссертаций. Планом предусмотрены также сборники документов (10), сборники статей (45), словари (16), статьи, брошюры, публикации текстов.

Наряду с проблемами общего характера разрабатываются местные краеведческие темы.

Самым большим является раздел «Исторические науки». В нем много интересных и важных тем по истории Сибири, например: «Историография Сибири XVII—XVIII вв.» (В. Г. Мирзоев), «Сибирь в известиях западно-европейских путешественников XVIII в.» (Э. П. Зиннер), «История народного хозяйства Восточной Сибири во второй половине XIX в.» (В. И. Дулов), «История аграрных отношений в Якутии со второй половины XIX в. до 1917 г.» (Г. П. Башарин) и др.

Многие научные работники общественных кафедр ведут исследовательскую работу по истории областных и краевых партийных организаций, в результате которой будет получен ценный материал для обобщения опыта борьбы партии и народа за победу коммунизма в СССР.

Но в работах историков имеются и недочеты организационного и методического характера. Бросается в глаза однообразие в формулировках тем, особенно кандидатских диссертаций по истории КПСС. Темы их начинаются либо с выражения «борьба партийной организации...», либо «КПСС — организатор и руководитель...», либо «роль партийной организации...». Между тем работа партийных организаций разносторонняя и многогранная, и тематика кандидатских диссертаций и монографий должна отражать это.

К серьезным недостаткам надо отнести и многие случаи дублирования тем, даже в одном городе. Например, докторская диссертация А. Г. Солодянкина (Иркутский университет) названа так: «Коммунистическая партия — организатор и вдохновитель партизанского движения в годы гражданской войны 1918—1920 гг.». Точно такое же название имеет кандидатская диссертация Г. Д. Большакова (Иркутский сельхозинститут).

* «Тематика научно-исследовательских работ в Сибири и на Дальнем Востоке на 1959—1965 годы. Общественные науки». Новосибирск, 1959 г., стр. 122. Составили И. П. Панков, С. С. Розова, В. Л. Соскин. Отв. редактор И. И. Матвеевков.

Некоторые темы по истории отличаются лишь географически: «Бурятия в годы Великой Отечественной войны (1941—1945 гг.)», «Хакасия в годы Великой Отечественной войны (1941—1945 гг.)» и т. д. Фактический материал, конечно, различный, но общие выводы будут одни и те же, так как всей работой тыла в годы войны руководили ЦК КПСС и Советское правительство.

Некоторые темы по истории сформулированы широко и неопределенно. Например, «Культурное строительство в Омской области» (К. А. Ермолаев), «Бурятия в единой семье народов СССР» (Б. Х. Хомхолов) и т. п.

Все эти недочеты говорят о том, что научно-исследовательская работа по истории еще не упорядочена полностью, и тематика отразила то, что имеется в действительности на кафедрах истории в сибирских вузах.

Раздел «Экономические науки» свидетельствует о большей упорядоченности тематики. По экономическим наукам изучаются следующие проблемы: «Экономика и организация промышленного производства», «Экономика и организация транспорта», «Экономика и организация строительства», «Экономика и организация сельского хозяйства» и др. Многие темы по этим проблемам конкретны и актуальны, выполняются на местном материале: «Резервы повышения производительности труда в станкостроительной промышленности (по материалам Новосибирского совнархоза)» (В. Г. Истомина), «Принцип комплексности в развитии промышленности Западной Сибири» (Н. И. Беляев), «Динамика себестоимости колхозной продукции по основным природно-экономическим зонам Новосибирской области» (Э. В. Заседателева) и т. д.

Имеются интересные темы и теоретического характера, касающиеся закономерностей перерастания социализма в коммунизм: «О путях развития и сближения двух форм социалистической собственности в СССР» (по материалам Кемеровской области) (К. С. Глебов), «Повышение колхозной собственности до уровня общенародной собственности» (Л. И. Шимшелевич). Но таких тем мало. Это, конечно, недостаток в работе экономистов, свидетельствующий об отставании их от современных теоретических проблем.

Некоторые темы этого раздела тоже неопределенны по содержанию: «Ленинский кооперативный план и дальнейшее развитие колхозного строя» (А. И. Юлина), «О рентабельности совхозного производства» (Н. А. Бочагов) и др. Кстати сказать, тема Юлиной встречается дважды: на 57 стр. и на 65.

В разделе «Философия» основным является очень важное и актуальное направление — «Философские основы теории и практики коммунистического воспитания в период развернутого строительства коммунизма». Сибирские философы разрабатывают такие проблемы, как роль труда в коммунистическом воспитании, проблемы коммунистической нравственности, роль коллектива в коммунистическом воспитании, проблемы научно-атеистического воспитания и т. д.

Конкретная тематика этого направления целеустремленна и интересна: «Вопросы марксистско-ленинской этики» (Н. А. Решетников), «В. И. Ленин и партия о теоретических основах революционного перехода от капитализма к коммунизму» (В. Ф. Голозов), «Критика идеалистических теорий в современной буржуазной биологии» (А. Я. Ильин) и др.

В разделе «Диалектический материализм» имеется ряд тем, выполнение которых связано с изучением трудов В. И. Ленина: «В. И. Ленин об объективности пространства и времени», «В. И. Ленин в законах и категориях материалистической диалектики» и т. п. Это интересные и нужные темы, философские труды Ленина надо изучать и популяризировать. Но вряд ли можно такие темы выдвигать в качестве кандидатских и докторских диссертаций.

Среди перечня тем по философии нет исследований, которые разоблачали бы различные псевдонаучные теории буржуазных, правосоциалистических и ревизионистских защитников капитализма. Это недостаток в научной работе философов сибирских вузов.

Дублирование тем наблюдается и в этом разделе. Так, тему «Коммунистическое воспитание трудящихся — важнейшая задача коммунистической партии» разрабатывают С. Аладкин (Барнаульский сельхозинститут) и М. Неелов (Омский машиностроительный институт); над темой «Преодоление существенных различий между умственным и физическим трудом» работают М. Г. Макарыни (Новосибирск) и Ф. С. Свиридов (Чита). Таких совпадений немало.

Имеются неточности в формулировках. Например, тема К. Б. Батороева «О путях развития и сближения колхозно-кооперативной и общественной (1) форм социалистической собственности» (стр. 87) неточна: очевидно, имелось в виду, сближение колхозно-кооперативной и государственной собственности.

В разделе «языкознание» дан перечень тем по современному русскому языку, истории русского языка, диалектологии и по национальным языкам народов Сибири. Однако представлен этот раздел неполно. В нем не нашла отражения тематика многих кафедр русского языка пединститутов: Барнаульского, Бийского, Бурятского, Красноярского, Новосибирского, Омского, Томского, Тюменского, Петропавловского-на-Камчатке, Южно-Сахалинского, Уссурийского; не отражена работа кафедр русского языка Иркутского,

Якутского и Владивостокского университетов. Конечно виноваты в этом главным образом кафедры русского языка, не представившие своевременно своих планов научно-исследовательской работы в Постоянную Комиссию по общественным наукам Сибирского отделения АН СССР.

В разделе «Русское языкознание» есть дублирование с вышедшими из печати трудами. Так, работа «Система глагольных форм русского языка» (А. И. Горшков) едва ли внесет что-либо новое в науку о русском языке по сравнению с обстоятельной монографией академика С. П. Обнорского «Очерки по морфологии русского глагола» (1953 г.); тема «Трудные вопросы русской пунктуации» совпала с недавно вышедшей из печати книгой К. Н. Былинского и Д. Э. Розенталя. Тема «Русские писатели о языке и стиле художественной литературы» тоже не нова: имеются две больших хрестоматии с высказываниями дореволюционных и советских писателей о языке художественной литературы.

В разделе достаточно полно представлена тематика по проблемам языков народов Сибири и Дальнего Востока. В нем предусматривается составление словарей, грамматик, исследование говоров бурятского, якутского, кетского, хакасского, тувинского и др. языков.

Много работ запланировано по методике преподавания русского языка. Объясняется это тем, что педагогические институты Сибири обязаны разрабатывать и вопросы преподавания русского языка в начальной и средней школе.

Поскольку тематика по разделу «Языкознание» не отражает действительного состояния исследований в этой отрасли науки, то ее, очевидно, надо дополнить отдельным приложением.

Раздел «Литературоведение» представлен полнее. Основное его направление — «Проблемы социалистического реализма в русской советской литературе» — очень важно. В нем имеется много интересных тем: «Творчество В. Я. Шишкова» (А. А. Богданова), «Угрюм-река» В. Я. Шишкова (о художественном мастерстве писателя) (Г. Ф. Кунгуров), «Творчество П. А. Ойунского» (В. А. Семенов) и др.

Как положительную сторону работы сибирских литературоведов следует отметить их внимание к художественному мастерству писателей. Однако творчество писателей-сибиряков изучается слабо, в разделе намечено лишь около десятка работ. Между тем Сибирь выдвинула большой отряд талантливых писателей, творчество которых не изучено или мало исследовано. К таким писателям относятся: Г. М. Пушкирев, А. Л. Коптелов, С. В. Сартаков, Г. Марков, К. Седых, Г. Кунгуров, Н. Задорнов, А. Ольхон, Ал. Смердов, К. Лисовский, Ин. Луговской, П. Маляревский и др. Кто же может лучше изучать творчество их, как не литературоведы сибирских вузов! Этот пробел надо как-то восполнить.

Целеустремленнее тематика по литературе и фольклору народов Сибири. Здесь запланировано много монографий, сборников и других публикаций и литературе и устойчивому народному творчеству: «Творчество Жамсо Тумунова» (Дугарнимаев), «Творчество Н. Я. Мординова» (Н. П. Канаев), «Героический эпос алтайцев» (С. С. Суразаков), «Якутский советский фольклор» (Г. М. Васильев) и др.

Таким образом, в вузах и научно-исследовательских учреждениях Сибири и Дальнего Востока ведется большая исследовательская работа, хотя она полностью и не отражена в рецензируемом справочнике. По некоторым отраслям науки тематика еще не упорядочена, в ряде случаев она однообразна, особенно по историческим наукам. Мало больших проблем, исследуемых коллективами ученых, преобладают мелкие и раздробленные темы.

Рецензируемый справочник, несмотря на свою неполноту, ценен тем, что он отражает состояние научно-исследовательской работы в вузах и исследовательских учреждениях Сибири, показывает ее сильные и слабые стороны.

Вместе с тем анализ «Тематики научно-исследовательских работ...» ставит перед нами и ряд других важных вопросов:

1. Кафедры и институты обязаны обеспечить выполнение в срок и на высоком научном уровне работ, зафиксированных в рассматриваемом плане.

2. Необходимо своевременно позаботиться о печатании научных трудов, которые будут выполнены по этому сводному плану. Полиграфическая база в городах Сибири недостаточна, ее надо расширять, иначе большинство работ не увидит света.

3. Нужен хороший и систематический контроль за ходом выполнения планов научных исследований и со стороны Сибирского отделения Академии наук СССР.

В. Д. Кудрявцев

ХРОНИКА

СОВЕЩАНИЕ ПО ВОПРОСАМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ СЕЛЬСКОГО И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И МИКРОБИОЛОГИИ НАСЕКОМЫХ

С 30 марта по 1 апреля 1960 г. в Новосибирске проходило первое в Сибири совещание, посвященное микробиологическому методу борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства и охране полезных насекомых от болезней.

В совещании, организованном Биологическим институтом Сибирского отделения АН СССР, Сибирским отделением Всесоюзного микробиологического общества ВАСХНИЛ, приняли участие Институт микробиологии АН СССР, Институт сельскохозяйственной микробиологии ВАСХНИЛ, сектор микробиологии АН Арм. ССР, Зоологический институт АН УССР, АН Груз. ССР, Всесоюзный институт защиты растений, Ленинградский ветеринарный институт и др.

Совещание заслушало и обсудило более 35 докладов по нескольким тематическим направлениям.

С докладом «Теоретические основы микробиологического метода борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства» выступил докт. вет. наук В. И. Полтев (Биологический институт СО АН СССР). Он дал анализ теоретических основ бактериологического метода борьбы и остановился на факторах, влияющих на эпизоотию среди вредителя; вызванную применением микробиологических препаратов. Этими факторами является численность вредителя, степень устойчивости вредителя, вирулентность микроба и дозы препарата.

О перспективах развития микробиологического метода дератизации рассказал докт. вет. наук М. И. Прохоров (Ленинград, Институт сельскохозяйственной микробиологии). Подводя итоги микробиологического метода дератизации, докладчик отметил необходимость учета избирательной специфичности и высокой патогенности возбудителя при истреблении вредителя.

Об использовании некоторых энтомопатогенных микробов в борьбе с почвенными вредителями доложил совещанию канд. биол. наук А. И. Сидоренко (Биологический институт СО АН СССР), он сообщил, что при бактеризации семян свеклы апигментным штаммом *Bacterium podigosum* гибнет 50% свекловичного долгоносика.

С докладом «Сибирский шелкопряд как вредитель лесов Сибири» выступил канд. биол. наук Н. Г. Коломиец (Биологический институт СО АН СССР).

«Водяная крыса как вредитель различных отраслей народного хозяйства и основной источник распространения туляремии в Западной Сибири» — тема доклада докт. биол. наук С. С. Фолетарика (Биологический институт СО АН СССР).

В области направленной изменчивости микроорганизмов наибольший интерес представил доклад канд. биол. наук А. А. Евлаховой (Ленинград, ВИЗР) — «Повышение вирулентности энтомогенных грибов путем применения физических и химических методов». Опыты проводились с возбудителем грибковой болезни насекомых — мускардином и аспергиллусом. Положительные результаты в повышении вирулентности были получены при облучении рентгеновскими гамма-лучами, воздействием ДДТ, а также от совместного воздействия лучей и дуста.

О методах отбора и дифференциации спорных энтомопатогенных бактерий был прочитан интересный доклад О. И. Швецово (Ленинград, ВИЗР), в котором автор рассматривает вопрос о подборе возбудителей болезни насекомых.

Докт. биол. наук Д. Ф. Петров (Институт генетики и цитологии СО АН СССР) сообщил «О новом методе селекции микробов».

О направленном повышении вирулентности паратифозной бактерии и эризиделлоиды в отношении водяной крысы, сделал доклад канд. вет. наук И. Н. Гриценко (Биологический институт СО АН СССР).

Канд. биол. наук А. Е. Карпов (Киев, ЗИИ АН УССР) доложил об «Экспериментальном получении полиэдренной болезни у насекомых».

Вопросам серологической диагностики пчел и грызунов были посвящены выступления канд. вет. наук В. А. Триленко (Ленинград, ветеринарный институт) — «Ка-

пелная реакция агглютинации для идентификации возбудителя американского гнильца пчел и некоторые особенности антигенного строения возбудителя» и канд. мед. наук Г. М. Рыбаковой (Биологический институт СО АН СССР) — «Реакция агглютинации для диагностики эризипеллоидов».

Несколько докладов было посвящено микробным препаратам.

А. А. Евлаховой и И. С. Велицкой (Ленинград, ВИЗР) были сообщены результаты экспериментального исследования стимуляции роста энтомопатогенного гриба-возбудителя — мускардины. Из испытанных препаратов (ДДТ, ГХЦГ, Гербицид 2, 4, ДУ, гетероауксин, гиббериллин, а-нафтил уксусная к-та) хорошую стимуляцию роста энтомопатогенного гриба дал ДДТ в виде 0,1% водной суспензии.

С интересным докладом выступил бактериолог М. Г. Гандман (Москва). Он указал, что для массового производства в заводских условиях энтомопатогенных культур в качестве питательной среды используется кукурузный экстракт с мелласом. Выход чистого препарата в заводских условиях во многом зависит от режима аэрации, pH, высушивания. Энтомопатогенные бактериальные препараты, выпускаемые заводом, при испытании в производственных условиях дали хорошие результаты.

Об итогах четырехлетней работы по применению бактериологического метода борьбы с сибирским шелкопрядом в Томской и Тувинской областях рассказал канд. биол. наук А. Б. Гукасян (Биологический институт СО АН СССР). Докладчик отметил высокую эффективность применения микробиологического метода борьбы с сибирским шелкопрядом в таежных условиях (при применении выделенной им энтомопатогенной культуры *Bacillus dendrolimus var Sibirica* удается уничтожить на 3—4 день до 97% вредителя) и положительную роль паразитических мух в распространении инфекции среди гусениц. В 1960 г. бактериологический метод борьбы будет применяться в производственных условиях на больших площадях, зараженных шелкопрядом.

Е. В. Орловская, (Ленинград, ВИЗР) выступила с докладом — «Эпизоотии некоторых чешуекрылых и опыт создания очагов вирусной инфекции на примере непарного шелкопряда».

А. Я. Лескова (Ленинград, ВИЗР) сообщила о применении бактериального препарата в борьбе с яблонной молью, капустной белянкой, и капустной молью.

Наибольшее число докладов было посвящено борьбе с болезнями полезных насекомых.

О распространении акарапидоза пчел в СССР и мерах борьбы с ним сделал доклад докт. вет. наук В. И. Полтев (СО АН СССР).

С большим интересом были прослушаны доклады докт. биол. наук Л. М. Тарасевич и Е. Ф. Уланова (ин-т Микробиологии АН СССР) об устойчивости полиэдров. Авторы показали механизм устойчивости полиэдров и роль SH,— S — S — групп в нем.

Э. К. Африкян, В. Т. Туманян, Л. Б. Саруханян и Р. А. Бабикиян (сектор Микробиологии АН Арм. ССР) сделали доклады о возбудителях бактериозов тутового шелкопряда, а также о применении антибиотиков в борьбе с бактериозами тутового шелкопряда в целях повышения его продуктивности. Отметив, что среди гусениц шелкопряда часто возникает инфекция, которая снижает продуктивность шелководства, авторы сообщили, что применением антибиотиков им удалось полностью ликвидировать бактериальные инфекции среди гусениц и повысить качество шелка-сырца.

Ряд докладов о болезнях полезных насекомых был сделан учеными Томска, Омска, Красноярска и других городов Сибири.

В принятой совещанием резолюции была отмечена необходимость усиления работы по развитию микробиологического метода борьбы с вредителями лесного и сельского хозяйства на территории Сибири и быстрого внедрения в производство законченных работ.

А. Б. Гукасян

ИССЛЕДОВАНИЯ В. Н. СУКАЧЕВА В СИБИРИ

(к 80-летию со дня рождения)

Сибирские исследования Владимира Николаевича Сукачева — это не только яркие страницы его биографии, но и фундамент многих идей и теоретических обобщений, составивших ядро современной фитоценологии.

Сложная и малоизученная природа растительного мира Сибири увлекла В. Н. Сукачева смолоду, в пору его научного становления как фитоценолога, живо восприняв-

шего прогрессивные идеи И. К. Пачоского, П. Н. Крылова и Г. Ф. Морозова — основоположников новой ветви ботаники — науки о растительных сообществах земли.

Во времени своей первой поездки в Сибирь (1909) Сукачев опубликовал уже целый ряд оригинальных работ по фитоценологии, выполненных на материалах, собранных в Европейской части России. Молодой ученый стремится расширить географию новых научных исследований, проверить их методы на возможно большем числе фактов, поэтому он охотно соглашался с предложением Академии наук и Русского Географического общества принять участие в экспедиции на Полярный Урал и в Карскую тундру. Здесь ему впервые пришлось столкнуться с мало изученным в то время экологическим фактором — вечной мерзлотой почвы, важная роль которого в географии растительного покрова Севера и Сибири отмечалась многими ботанико-географами.

Генезис пятнистых тундр и бугристых торфяников, своеобразная структура и динамика их растительных ассоциаций определяются термодинамическими процессами в почве, делает вывод В. Н. Сукачев в статье, опубликованной им в итоге путешествия (1911). С тех пор экологическое значение вечной мерзлоты в жизни растительных сообществ служит предметом пристального внимания Сукачева в его сибирских работах.

Кроме того, материалы, собранные на Полярном Урале и в сопредельных тундрах, были использованы им при написании двух крупных работ: «Болота и их образование, развитие и свойства» (1914) и «Введение в учение о растительных сообществах» (1915), которые легли в основу развития русской фитоценологии и русского болотоведения.

Особенно плодотворными были исследования В. Н. Сукачева в Забайкалье и Прибайкалье (1910—1915 гг.), где им решались многие вопросы фитоценологии, ботанической географии, болотоведения, систематики растений и хозяйственного использования растительных ресурсов. Прикладное значение работ этого периода, проводившихся по программе Переселенческого Управления, способствовало выработке практической направленности всей последующей научной деятельности Сукачева. Подобно своему учителю Г. Ф. Морозову, для которого нужды русского лесоводства всегда служили стимулом создания учения о лесе, В. Н. Сукачев еще у колыбели фитоценологии наметил ее практические пути. Принимая руководство ботаническими работами Амурской экспедиции в 1910 г., он подчеркивал, что: «...ботанические работы в конце концов должны преследовать практическую цель. Отказываться от этой последней и иметь в виду чисто научные интересы ботаники не имеют права, основное направление работ, программа и объем их должны в значительной мере определяться именно этой целью» (протокол заседания Ботанико-географической подкомиссии Вольного экономического общества № 20 от 5 апреля 1910 г.). В дальнейшем эта мысль стала направляющей в деятельности всех руководимых В. Н. Сукачевым экспедиций и учреждений.

Организуя ботанические работы в Амурской области летом 1910 г., он сосредоточил свое внимание на изучении лесной растительности бассейна верхнего Тунгира и попутно описывал растительные сообщества горных тундр, подгольцовые заросли кустарников, бугристые мари аллювиальных речных и озерных террас. Особенно глубоко В. Н. Сукачев изучал экологические, биологические и фитоценологические свойства даурской лиственницы — основного лесообразователя в бассейне Тунгира. Менее распространенные здесь сосняки также получили в его трудах достаточно подробную характеристику. Опубликованные в 1912 г. результаты исследований представляют собой первое фитоценологическое описание лесов Сибири. Фитоценологический анализ формаций позволил автору выдвинуть и наметить пути решения ряда крупных, до сих пор актуальных, геоботанических вопросов:

1. Взаимоотношения между лиственницей и сосной в лесах Восточной Сибири; динамика ассоциаций обеих пород.
2. Взаимоотношения отдельных синузий в светлохвойных лесах.
3. Влияние доминант подчиненных синузий на возобновление древесных пород.
4. Роль пожаров в возобновительных процессах и сменах лесных ассоциаций.



5. Роль вечной мерзлоты в жизни растительных сообществ.

6. Вопросы взаимодействия и взаимоотношений между лесом и горной тундрой, лесом и болотом.

7. Причины безлесия горных тундр.

Материалы тунгирских исследований неоднократно использовались Сукачевым в дальнейшем для теоретических обобщений.

В 1911 г. В. Н. Сукачев изучал Нерчинские степи, а затем до 1915 г. работал на побережье Байкала и его островах. В результате им опубликован ряд статей (1912, 1913, 1914, 1915, 1916), в которых рассматриваются взаимоотношения между лесом и степью, высказывается взгляд на реликтовый характер южных безлесных склонов в Забайкалье, анализируется влияние оз. Байкал на окружающую растительность, объясняется эндемизм байкальской флоры. Детальные описания растительных сообществ сопровождаются указаниями на пути их смён. При изучении листовичных лесов много внимания уделено уточнению границ ареалов сибирской и даурской листовичниц. Знакомство с девственным растительным покровом и флорой Ушканьих островов побудило В. Н. Сукачева и Г. И. Поплавскую (1914) выступить с предложением о заповедовании их природы для возможностей последующего углубленного изучения и решения многих «загадок» Байкала. Вторично этот вопрос был поднят в печати В. Н. Сукачевым и В. В. Ламакиным в 1952 г.

На Байкале, как и в Забайкалье, Сукачевым были собраны богатейшие флористические коллекции, ставшие материалом для его работ в области систематики растений.

После Великой Октябрьской революции (1925—1928 гг.) Н. В. Сукачев вновь руководил ботаническими работами в районе Байкала. В 1931 г. Академией наук была создана Ангарская лесная, в 1932 г. — Бурят-Монгольская комплексная экспедиция, в работах которых принимали участие Я. Я. Васильев, В. А. Поварицын, П. К. Крайников и др. Руководство исследованиями было возложено на В. Н. Сукачева. Основной чертой работ этого периода было не только изучение природных особенностей растительного покрова, но и разработка путей их рационального освоения. При изложении программы будущих лесных исследований в Забайкалье В. Н. Сукачев подчеркивал необходимость стационарного решения многих проблем:

«Вопросы лесовозобновления, более правильная организация эксплуатации и ухода за лесом нуждаются в стационарном изучении не меньше, чем кормовые растения» (1936, стр. 15). Одновременно он указывал на необходимость разработки ряда теоретических вопросов, связанных с познанием истории растительности Сибири. Осуществление этой программы стало возможным лишь после Великой Отечественной войны, когда усилиями коллектива Института леса АН СССР, руководимого В. Н. Сукачевым, был предпринят ряд комплексных, в том числе стационарных, исследований в некоторых районах Забайкалья, Якутии, Дальнего Востока и Средней Сибири.

В годы Великой Отечественной войны В. Н. Сукачев изучал остепненные сосновые леса в Кокчетавской области, характеризуя их сообщества (1948) как типы лесных биогеоценозов. Эколого-фитоценологические связи между ними, региональная специфика и классификация типов леса иллюстрированы системой рядов, существенно отличающихся от ранее предложенных схем для сосновой формации таежной зоны СССР.

Научные интересы В. Н. Сукачева в Сибири многосторонни. Много сил и внимания отдал он познанию видового и формового разнообразия листовичниц, берез и ив. Материалом для его работ в области лесной систематики послужили личные сборы во время многочисленных путешествий по Сибири, коллекции большой группы сотрудников и гербарные фонды Ботанического музея Академии наук и Главного Ботанического сада.

В 1924 г. Сукачевым опубликованы предварительные результаты монографической обработки рода *Larix*, а в 1931 г. описаны два новых вида листовичниц (*Larix maritima* и *L. Lubariskii* Sukacz.). История филогенетического развития листовичниц, их внутривидовая полиморфность, география видов и форм издавна интересовали исследователя. Необходимость подробного освещения этих вопросов была высказана Сукачевым еще в его тунгирской работе, где он сделал первую попытку критического обобщения литературных материалов о листовичницах. Позже (1924), используя биометрический метод, автор сделал сравнительное морфологическое и анатомическое описание диагностических признаков и 14 видов рода *Larix*. Дальнейшие географический и палеоботанический анализы позволили ему сгруппировать виды в «естественные генетические ряды» и нарисовать картину филогенетической истории рода *Larix*. Работа В. Н. Сукачева «К истории развития листовичниц» (1924) вызвала глубокий интерес и одобрение в широких кругах геоботаников.

Особого упоминания заслуживают статьи Сукачева, посвященные систематике сибирских берез (1911, 1914, 1926). В них автор выделяет два ряда кустарниковых берез (*Fruiculosae* и *Nanae*), освещает вопросы их формового разнообразия, описывает новый вид березки *Betula exilis* Sukacz. В пределах Забайкалья, Амурской области и Якутии им установлено два новых вида высокоствольных берез — *B. platyphylla* и *B.*

irkutensis Sukacz. Позже (1929) он описывает из Якутии *Betula Cajanderi* Sukacz., а из северо-западной Монголии — *B. Hippoluli* Sukacz. Среди эндемичной, байкальской флоры — новый вид — *Betula baicalensis* Sukacz. В Сибири Сукачевым собран обширный материал по систематике ив, обобщенный в ряде публикаций.

С молодых лет и доныне В. Н. Сукачева остро волнуют вопросы четвертичной истории растительного покрова Сибири. Уже первые сообщения его на эту тему (1910, 1911, 1914) значительно расширили круг известных в то время сведений о послетретичном прошлом растительности. В Западной Сибири им была обнаружена ископаемая пыльца многих деревьев вместе с остатками арктической флоры, окаймлявшей отступающий ледник. Это дало основание думать, что неподалеку от ледника могли быть условия, позволявшие расти не только арктическим, но и более требовательным к теплу формам растений.

Среди палеонтологических находок на северо-востоке Азии Сукачевым описаны познетретичная ель Волоссовича — свидетельница былого более северного распространения темнохвойных лесов — и листовичница, близкая к *Larix sibirica*, миграционные пути которой уходили далеко от современного ареала. В желудке трупа мамонта из Якутии (1914) он обнаруживает остатки многих видов, близких к ныне там существующим. Особого внимания заслуживают степняки, подчеркивающие реликтовый характер современных степных ассоциаций Якутии.

Вывод о существовании на севере и востоке Сибири межледникового ксеротермического периода особенно настойчиво звучит в более поздней работе автора (1922): «...те интересные степные растения, животные и почвы, которые ныне изолированно встречаются в Якутской области, будучи отделены таежными пространствами от настоящих степей, надо рассматривать как реликты (остатки) этого тепло-сухого периода, когда степи заходили и в Восточной Сибири значительно далее к северу, чем теперь» (стр. 40—41). В этой же работе Сукачев высказывает предположение о том, что, вопреки утвердившемуся мнению о широком нападении в квартере тундры на лес, на востоке Азии можно ожидать обратной картины. В дальнейшем этот вывод был подтвержден некоторыми географами и геоботаниками (А. А. Григорьев, Л. Н. Тюнина, Б. А. Тихомиров и др.).

Под руководством В. Н. Сукачева в течение пяти лет (1931—1935) проводились палеоботанические исследования в бассейнах Оби и Иртыша. Результаты их опубликованы на страницах отчетов и докладов Академии наук СССР, а также в сборниках о ее ежегодных экспедициях за этот период.

Первая попытка широкого обобщения всех палеоботанических материалов по Сибири сделана В. Н. Сукачевым в его крупном теоретическом труде «История растительности СССР во время плейстоцена» (1938).

Заканчивая краткий обзор научной деятельности В. Н. Сукачева в Сибири, хочется еще раз подчеркнуть разнообразие и важность поднятых им проблем. Многие из них в настоящее время включены в рабочие программы научных учреждений Сибири и прежде всего — Института леса и древесины Сибирского отделения Академии наук СССР.

С. А. Ильинская, В. Н. Смагин

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

1. Статьи, направляемые в журнал, должны кратко освещать еще неопубликованные результаты исследований по актуальным научным проблемам, полученные за последние два-три года.

2. Объем каждой статьи не должен превышать 1 авторского листа, включая библиографию и иллюстративный материал.

3. На публикацию материалов, представляемых в редакцию, требуется письменное разрешение руководства организации, на средства которой проводились работы, и соответствующая документация, удостоверяющая возможность печатания их в журнале.

4. Рукописи статей и иллюстративный материал к ним представляются в двух экземплярах. Рукопись должна быть четко перепечатана на машинке, через два интервала, на одной стороне листа, тщательно вычитана и подписана автором.

5. Корректурa дается авторам лишь для контроля. Стилистическая правка, дополнения и сокращения в корректуре не допускаются. Иногородним авторам корректурa не высылается.

6. Формулы, латинские, греческие и т. п. выражения следует давать только в случаях необходимости, вписывая их на машинке или от руки (темными чернилами или тушью) четко и ровно, чтобы не было никаких сомнений при чтении каждого знака.

Во избежание недоразумений нужно делать ясное различие между заглавными и строчными буквами в формулах; имеющими одинаковое начертание (*V* и *v*, *O* и *o*, *V* и *w*, *K* и *k*, *P* и *p*, *C* и *c*), подчеркивая заглавные буквы двумя черточками снизу (*S*), а строчные — сверху (*s*).

7. Тоновые иллюстрации (фото) должны быть сделаны с хорошего негатива, контрастной печатью. Штриховые же должны быть выполнены ровно наложенной тушью на льке, допускается также плотная белая бумага.

Не рекомендуется рисунки и чертежи загромождать надписями, лучше детали рисунка занумеровать и дать расшифровку номеров в подрисовочной подписи.

Все иллюстрации к статье должны иметь сквозную нумерацию. Номера эти проставляются простым карандашом на каждом рисунке или чертеже, а также в рукописи на левом поле страницы, против соответствующего места в тексте (включать иллюстрации в текст рукописи нельзя). Кроме того, на обороте каждого рисунка ставится название статьи и фамилия автора. В рукопись должна быть вложена опись иллюстраций (в 2 экземплярах) согласно их порядковой нумерации.

Авторы должны избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статей.

8. Библиографические списки: а) литература в списке дается на тех языках, на которых она издана; б) библиографические данные приводятся по титульному листу издания, все элементы библиографического перечня отделяются друг от друга запятыми; в) цифры, обозначающие том, выпуск, издание, страницы, ставятся после сокращенного слова, например: т. III, вып. 7, изд. 2; г) в тексте ссылка на литературу, перечисленную в библиографическом списке, помещенном в конце статьи, делается по такой форме: «Павлов [10, 11] указывает...».

Числа 10, 11, взятые в квадратные скобки, показывают порядковые номера трудов в библиографическом списке.

Схема перечня библиографических данных:

Для книг: фамилия и инициалы автора, название книги, название издательства (Медгиз, Техиздат), место издания, год издания (слово «год» не ставится, например: 1956).

Для периодических изданий: фамилия и инициалы автора, название статьи, название журнала (альманаха, газеты), том или выпуск (т. III, вып. 7), номер, год. Говоря о месте издания, слова «Москва» и «Ленинград» можно заменить начальными буквами.

Статьи направлять по адресу: Новосибирск, ул. Советская, 20, комн. 428 — редакции журнала.

Художественный редактор А. А. Федяков.

Технический редактор О. А. Локшина. Корректоры: В. А. Князева, М. А. Башкова.

МН 02335. Подписано к печати 19/VII 1960 г. Формат бумаги 70×108/16 — 4,12 бум. л., 8,23 печ. л., 11,3 усл. п. л., 10,7 уч.-изд. л. + 1 вкл. Тираж 1500 экз. Заказ № 301.

Издательство Сибирского отделения АН СССР, Новосибирск, Советская, 20. Типография № 1. Полиграфиздата, Новосибирск, Красный проспект, 20. Цена 7 руб.

Цена 7 руб.

ПРОВОДИТСЯ ПОДПИСКА
на ежемесячный научный журнал

ИЗВЕСТИЯ

СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

В журнале освещаются результаты теоретических работ и экспериментальных исследований по экономическим, техническим, химическим и биологическим наукам, проведенных в научных учреждениях, исследовательских институтах, высших учебных заведениях Сибири. В журнале печатаются также статьи методического характера, работы, посвященные важнейшим проблемам развития производительных сил восточных районов СССР.

В журнале регулярно дается разносторонняя информация с научной жизни и развития науки в Сибири и на Дальнем Востоке, печатаются материалы по обмену опытом и координации научной работы, библиография и рецензии на книги, в которых рассматриваются вопросы, связанные с изучением Сибири.

Журнал рассчитан на научных работников, преподавателей вузов, инженеров и руководителей предприятий.

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА ЖУРНАЛА

на 12 месяцев — 84 руб.

на 6 месяцев — 42 руб.

на 3 месяца — 21 руб.

Цена отдельного номера 7 руб.

Подписка принимается всеми отделениями Союзпечати и агентствами связи, а также магазинами «Академкнига».

Отдельные номера журнала могут быть высланы наложенным платежом. Заказы направлять в редакцию журнала (Новосибирск, Советская, 20, комната 428).