

17-167/2
АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВОСТОЧНЫХ ФИЛИАЛОВ
АКАДЕМИИ НАУК
СССР

12

1957

НОВОСИБИРСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

ИЗВЕСТИЯ ВОСТОЧНЫХ ФИЛИАЛОВ АКАДЕМИИ НАУК СССР

12

п 16976
п 16976

НОВОСИБИРСКОЕ
КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1957

57 | п 16976
N12 | Известия
Восточных филиалов
25/хм ТКОЗЕ 7р.
9/хм ТКОЗЕ
1.36 миссия
1.36 миссия

п 16976

М. К. БАНДМАН, Р. И. ШНИПЕР

**ВНЕШНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СВЯЗИ
БУРЯТ-МОНГОЛЬСКОЙ АССР И БЛИЖАЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ
ИХ РАЗВИТИЯ**

Проведенная Партией и Правительством реорганизация управления промышленностью и строительством имеет огромное значение для более быстрого развития производительных сил страны. Приближение руководства к производству и создание советов народного хозяйства в административных экономических районах позволит всесторонне учесть географо-экономические особенности и потенциальные ресурсы каждой области при решении вопросов межрайонного разделения труда, территориального размещения производительных сил и определения основных направлений дальнейшего развития.

Определение направления и темпов развития отдельных административных экономических районов, их специализации и места в территориальном разделении труда должно предусматривать тесную увязку с хозяйством основного экономического района, в пределах которого находится область, край или республика, так как самое понятие основного экономического района нашей страны включает в себя в качестве одного из главных элементов комплексность хозяйства в сочетании со специализацией на отдельных отраслях производства, определяющих роль района в территориальном разделении труда Советского Союза. Только при соблюдении этого условия может быть обеспечено комплексное, наиболее экономически эффективное развитие производительных сил отдельных административных единиц, основных экономических районов, СССР в целом.

Ввиду этого большой теоретический и практический интерес представляет изучение существующих и перспективных производственных связей как внутри основных экономических районов и их частей, так и в масштабе всей страны. Оно позволит установить более рациональные связи, обеспечить развитие производственной кооперации, полнее использовать местные ресурсы, избежать нерациональных встречных перевозок, разгрузить транспорт и в результате сэкономить затраты труда на единицу продукции.

Бурят-Монгольская АССР, являющаяся частью Восточно-Сибирского основного экономического района, за годы советской власти достигла больших успехов. В ней созданы крупная промышленность и высоко механизированное многоотраслевое сельское хозяйство. Большие перспективы открываются для развития производительных сил республики в ближайшем будущем. Этому благоприятствует ее выгодное географическое положение и наличие разнообразных природных ресурсов. Б.-М. АССР находится у пересечения основных железнодорожных магистралей Восточной Сибири на пути в страны социалистического лагеря Азии. В недрах Бурят-Монголии обнаружены крупные месторождения сырья для производства вольфрама, молибдена, титана, алюминия, минеральных

п 16976

п 16976

ЦЕНТРАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А.Н. Киргизской ССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Д-р Физ.-мат. наук Ю. П. Булашевич, д-р техн. наук А. И. Горбанев (главный редактор), проф. Т. Ф. Горбачев (зам. главного редактора), д-р техн. наук К. Н. Коржавин, канд. экон. наук В. А. Кротов, д-р геол.-мин. наук М. М. Одинцов, канд. геол.-мин. наук Г. Л. Поспелов, канд. техн. наук В. П. Ревебцов, д-р биол. наук К. А. Соболевская.

Адрес редакции: г. Новосибирск, ул. Мичурина № 23.

строительных материалов, имеются графит, бурый и каменный уголь, сырье для химической и ряда других отраслей промышленности. Здесь находятся огромные массивы строевого леса, большие запасы гидроэнергии, значительные сельскохозяйственные угодья, много рыбы и пушнины.

Ведущей отраслью народного хозяйства Б.-М. АССР в настоящее время является промышленность, удельный вес которой в совокупной продукции народного хозяйства Бурят-Монголии возрос с 11% в 1923 г. (год образования республики) до 78,6% в конце пятой пятилетки. В республике построено и сдано в эксплуатацию около 300 промышленных предприятий. Среди них машиностроительный, паровозо-вагонный, механизированный стекольный и цементный заводы, вольфрамо-молибденовый, мясоконсервный и мельничный комбинаты, суконная фабрика, которые входят в число ведущих предприятий соответствующих отраслей промышленности Сибири.

По темпам роста производства Б.-М. АССР находится на одном из первых мест среди республик федерации. Объем валовой продукции крупной промышленности ее увеличился по сравнению с 1940 г. в 2,4 раза, а по сравнению с 1913 г. — в 48 раз. Выпуск продукции на душу населения возрос с 36 руб. в 1923 г. до 1800 руб. в 1940 и 3600 руб. в конце пятой пятилетки.

Преимущественное развитие получили отрасли тяжелой промышленности, на долю которых приходится 59% общего объема валовой продукции. По численности рабочих выделяются три следующие отрасли промышленности: лесная (32,3% общего числа рабочих в республике), машиностроение и металлообработка (27,9%) и пищевая (16%). Они же концентрируют 62,9% стоимости основных производственных фондов и выпускают 72% всей валовой продукции промышленности Б.-М. АССР.

Промышленность Бурят-Монголии дает стране концентраты цветных металлов, благородные металлы, древесину и продукты деревообработки, рыбу и рыбопродукты, мороженое мясо и мясoproдукты, шерстяные ткани, оконное стекло, цемент, уголь, речные теплоходы, некоторые виды товаров народного потребления, ремонтирует паровозы, вагоны, сельскохозяйственные машины и автомобили.

В корне изменилось сельское хозяйство Бурят-Монголии. Значительно возросли посевные площади; только за последние три года освоено более 200 тыс. га целинных и залежных земель. В 1956 г. общая посевная площадь в республике была в 3 раза больше, чем в 1913 г. Особенно увеличились посевы кормовых культур, овощей и картофеля.

Под такой ценной культурой, как пшеница, раньше было занято не больше $\frac{1}{10}$ всей посевной площади, а теперь почти $\frac{1}{3}$. Урожайность основных зерновых культур в 1940 г. по сравнению с 1923 г. повысилась более чем в два раза. Неуклонно увеличиваются валовые сборы зерна. В 1955 г. в колхозах республики произведено зерна в два раза больше, чем в 1950 г., в том числе пшеницы — в два с половиной раза. Неделимые фонды колхозов республики к 1955 г. возросли в 2,5 раза по сравнению с 1940 г.

Ведущей отраслью сельского хозяйства является животноводство. В 1955 г. доля продукции животноводства в общей стоимости продукции сельского хозяйства республики составила 76,9%, в то время как в среднем по Союзу она равна 33,3%.

Бурят-Монголия за годы советской власти превратилась в крупный сельскохозяйственный район Сибири, важную животноводческую базу на востоке СССР. Она ежегодно дает большое количество зерна, мяса, молока, шерсти, кожсырья и других продуктов полеводства и животноводства.

На долю Б.-М. АССР приходится только 4,8% территории Восточной Сибири и 10% ее населения, но удельный вес Бурят-Монголии в общей валовой продукции Восточной Сибири составляет 10%, а по отдельным видам изделий за последние годы характеризуется более высокими показателями. Так, например, республика производит 37—38% цемента Восточной Сибири, 100% оконного стекла и шерстяных тканей, 54—55% консервов, в том числе 100% мясных консервов, дает 38—40% промышленной выработки мяса, 18—19% сбора шерсти и 38—40% улова рыбы, осуществляет весь ремонт подвижного состава железных дорог.

Значительную часть изделий промышленности и продуктов сельского хозяйства, особенно животноводства, республика вывозит за свои пределы и тем самым участвует в общем разделении труда как внутри Восточной Сибири, так и между другими основными экономическими районами страны. Из Б.-М. АССР отправляется весь концентрат цветных металлов и шерсти, около 90% изделий мяскоконсервного комбината, паровозо-вагонного завода, суконной фабрики, судостроительного, механизированного стекольного и цементного заводов, кожсырья, почти 50% продукции завода «Механлит», около 40% заготовленной деловой древесины и т. д. В то же время республика получает из других районов все необходимое ей количество металла, промышленного оборудования, машин, нефтепродуктов, мытой шерсти, часть продуктов питания и товаров народного потребления. Бурят-Монголия участвует и в международных связях Советского Союза. Около 7% произведенного ею стекла, часть отремонтированного подвижного состава железных дорог идет в страны народной демократии Азии. Из Китая в МНР поступает значительное количество чугуна, стали и проката, 70% необходимого для работы мяскокомбината живого скота, 20% потребляемой суконной фабрикой мытой шерсти, сульфат для стекольного производства, некоторые продукты питания и товары народного потребления.

Таким образом, в территориальном разделении труда современная Бурят-Монголия выступает как район значительной горнодобывающей промышленности, производства стекла и цемента, мясных и рыбных продуктов, шерстяных тканей, ремонта подвижного состава железных дорог, заготовки леса, как крупный поставщик ценных продуктов животноводства.

Производственно-экономические связи республики развивались постепенно и расширялись по мере развития ее производительных сил.

В первое десятилетие существования республики, когда она еще не имела собственной крупной промышленности, внешний товарообмен ее был небольшим. Он состоял из вывоза сельскохозяйственного сырья и ввоза, в основном, потребительских товаров для удовлетворения потребностей первой необходимости населения.

В начале 30-х годов, в период интенсивного промышленного строительства, начались количественные и качественные изменения во внешних экономических связях республики. Увеличился ввоз металлоизделий, технического оборудования, машин, горючего и строительных материалов для создающейся промышленности и коллективного сельского хозяйства. Однако республика на этом этапе продолжала еще оставаться поставщиком сельскохозяйственного сырья и полуфабрикатов. Она вывозила продукты животноводства и полеводства, рыбу и лес.

Коренные изменения в связях Б.-М. АССР начались с конца второй пятилетки. Они были вызваны завершением строительства ряда крупнейших предприятий республики, постепенным формированием основного производственного комплекса ее. За последние двадцать лет значительно увеличилось производство основных видов изделий промышленности

и продуктов сельского хозяйства. Так, например, с 1937 по 1956 г. заготовка деловой древесины увеличилась с 1661 до 3337 тыс. м³, производство оконного стекла — с 3479 до 5696 тыс. м³, выработка консервов возросла с 2300 тыс. условных банок в 1940 г. до 34 млн. условных банок в 1956 г., шерстяных тканей — с 666 тыс. м в 1950 г. до 1926 тыс. м в 1956 г. и т. д. Если производство основных животноводческих продуктов колхозов республики в 1950 г. принять за 100%, то в 1955 г. оно составило по мясу 142,9%, по молоку 144,1%, шерсти 176,9%, яйцам 157,9%. Возросшие потребности в сырье и увеличившийся объем производства повлияли на размеры и структуру межрайонных связей. Более широкой стала кооперация промышленности Бурят-Монголии с предприятиями других частей Сибири и центральных областей страны. Б.-М. АССР стала получать больше промышленного сырья, металла и полуфабрикатов, продуктов сельского хозяйства для их переработки, недостающие материалы для производства стекла, топлива. За последние 20 лет ввоз только металла, нефтепродуктов, машин и различных механизмов увеличился в два раза. В вывозе республики стали преобладать изделия предприятий машиностроения и металлообработки, лесной промышленности, высококачественные мясо- и рыбопродукты, мука, ценные минеральные строительные материалы.

Изменилось и количественное соотношение между ввозом и вывозом. Раньше ввоз в Б.-М. АССР намного уступал вывозу, так как республика давала стране продукты своего народного хозяйства, в основном, в виде сырья, а потребление ею изделий других районов было ограниченным. В последние годы более значительное место в вывозе стали занимать готовые изделия промышленности и прошедшие необходимую переработку продукты сельского хозяйства, ввоз же намного возрос за счет поступления большого количества оборудования, некоторых видов сырья и вспомогательных материалов для производственных предприятий, товаров народного потребления для населения.

Для Б.-М. АССР, как и для других районов Сибири, характерно постепенное усиление связей с восточными областями и республиками Союза. Это явилось следствием улучшения географического размещения промышленности на территории СССР и ускоренного развития производительных сил восточных окраин страны на базе комплексного использования их природных ресурсов. Создание черной металлургии в Кузбассе и на Дальнем Востоке, расширение ее на Урале, освоение Волго-Уральского нефтяного района и нефтяных месторождений в Средней Азии и на Дальнем Востоке, образование прочной топливно-энергетической базы, появление крупного машиностроения и развитие других отраслей промышленности, а также сельского хозяйства создали необходимые предпосылки для всестороннего развития хозяйства восточных областей страны, формирования в них крупных производственных комплексов, уменьшения их зависимости от старых промышленных районов. С каждым годом становятся более тесными экономические связи между районами азиатской части страны, а также усиливаются связи внутри основных экономических районов. Это видно на примере Восточно-Сибирского основного экономического района, который, начиная с 1950 г., осуществляет товарообмен главным образом с областями и республиками востока СССР (табл. 1). Обмен грузами внутри этого района, составлявший в 1950 г. 19 млн. т, в 1955 г. достиг 30 млн. т.

Современные внешние производственно-экономические связи Б.-М. АССР обширны. Республика связана с многими основными экономическими районами Советского Союза, но связи эти как по объему, так и по характеру различны (рис. 1).

Таблица 1

Внешние производственно-экономические связи Восточно-Сибирского основного экономического района (в млн. т)*

Показатели	Всего		Р-ны европ. части СССР		Р-ны востока СССР	
	1950 г.	1955 г.	1950 г.	1955 г.	1950 г.	1955 г.
Ввоз	23,9	39,1	1,5	2,4	22,4	36,7
Вывоз	28,5	49,7	0,8	2,0	27,7	47,7
Общий объем ввоза и вывоза	52,4	88,8	2,3	4,4	50,1	84,4

Осуществляются они в основном железнодорожным транспортом. Исключение представляет лишь вывоз небольшого количества леса и рыбопродуктов по Байкалу в Иркутскую область, незначительный товарообмен Окинского и Тункинского аймаков с Иркутской областью по Тункинскому тракту, Баунтовского и Еравненского аймаков с Читинской областью по Романовскому тракту.

Сложившиеся производственно-экономические связи Б.-М. АССР можно подразделить на три следующие группы:

- 1) связи с основными экономическими районами Европейской части СССР;
- 2) связи с основными экономическими районами Азиатской части СССР (Урал, Средняя Азия с Казахстаном, Западная Сибирь и Дальний Восток);
- 3) связи внутри Восточно-Сибирского основного экономического района.

Значение каждой из указанных групп для народного хозяйства Бурят-Монголии и удельный вес их в общем ее товарообмене различны.

Производственно-экономические связи Б.-М. АССР с Европейской частью страны (первая группа) являются наиболее дальними, широкими по ассортименту и наименее постоянными. Они включают в себя поставку тех изделий промышленности, производство которых в восточных районах еще не освоено или недостаточно для обеспечения растущих потребностей этих районов. Бурят-Монголия получает из Европейской части Союза разнообразные машины, оборудование, механизмы, инструменты, химикаты, электрооборудование и электроматериалы, контрольно-измерительные приборы, изделия пищевой и легкой промышленности. В обратном направлении идет лес, металлоизделия, мясо- и рыбопродукты. Удельный вес первой группы в общем товарообмене республики не превышает 6%.

Из районов Европейской части СССР наиболее тесные связи у Б.-М. АССР установились с Центром, Югом, Поволжьем и Северным Кавказом, откуда идут нефтепродукты, металлоизделия и самые разнообразные товары народного потребления. Менее связана она с районами Закавказья, Северо-Запада, Запада и совсем незначительный товарообмен осуществляется с Севером. Характерной особенностью производственно-экономических связей первой группы является их односторонность. В отличие от связей с восточными районами Союза вывоз из республики за Урал по сравнению с ввозом очень мал (табл. 2). Бурят-Монголия отправляет туда небольшое количество изделий деревообработки, металлического литья, шкуры, высококачественные мясо- и рыбопродукты.

На втором месте по объему перевозок, дальности и экономической значимости для Бурят-Монголии находится товарообмен с районами Востока (без Восточно-Сибирского), т. е. вторая группа связей. Эти связи

* Без учета грузов, полученных и отправленных Якутией и севером Красноярского края морским путем через порты Тикей, Игарку, Дудинку и др.

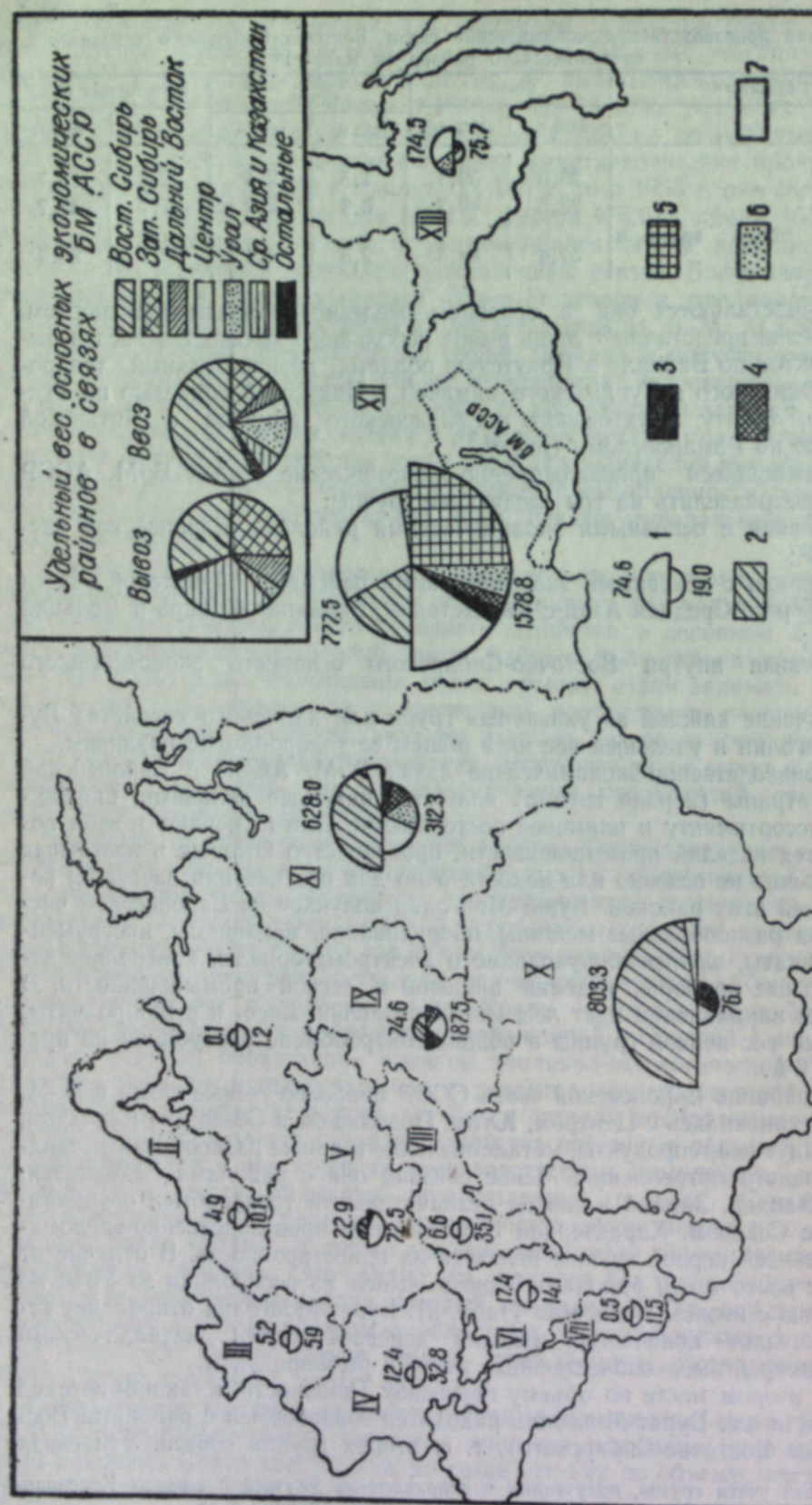


Рис. 1. Схема межрайонных производственно-экономических связей Б.-М. АССР (1955 г.).
I — верхний полукуруг — вывоз Б.-М. АССР в данный экономический район в тыс. т. и его структура, нижний полукуруг — ввоз, 2 — лес, 3 — нефтепродукты, 4 — черные металлы, 5 — уголь, 6 — хлеб, 7 — прочие.
Основные экономические районы СССР: I — Север, II — Северо-запад, III — Запад, IV — Юг, V — Центр, VI — Северный Кавказ, VII — Закавказье, VIII — Поволжье, IX — Урал, X — Средняя Азия и Казахстан, XI — Западная Сибирь, XII — Восточная Сибирь, XIII — Дальний Восток.

Таблица 2

Структура связей Б.-М. АССР с основными экономическими районами Европейской части страны (1955 г.)

Показатели	Всего	Центр	Поволжье	Юг	Сев. Кавказ	Закавказье	Северо-запад	Запад	Север
Весь ввоз и вывоз, тыс. т	253,4	95,6	41,7	45,2	31,5	12,0	15,0	11,1	1,3
Уд. вес. р-нов, %	100,0	37,8	16,5	17,8	12,4	4,7	5,9	4,3	0,6
В том числе:									
Ввоз тыс. т	183,4	72,7	35,1	32,8	14,1	11,5	10,1	5,9	1,2
Уд. вес. р-нов, %	100,0	49,7	19,0	17,4	7,6	6,0	5,5	3,2	0,6
Вывоз, тыс. т	70,0	22,9	6,6	12,4	17,4	0,5	4,9	5,2	0,1
Уд. вес. р-нов, %	100,0	32,8	9,4	17,7	24,9	0,7	7,0	7,4	0,1

двусторонние и более устойчивы как по составу, так и по направлению. Наряду с ввозом республика осуществляет значительный вывоз изделий своей промышленности, промыслов и продуктов сельского хозяйства, причем вывоз в эти районы по объему почти в 2,5 раза больше ввоза.

Из районов Востока республика получает основное сырье для промышленности — металл, мытую шерсть, сульфат, соду, зерно, нефтепродукты, некоторые виды промышленного оборудования и минеральных строительных материалов. Отправляет Б.-М. АССР цемент, концентраты цветных металлов, изделия металлообрабатывающих предприятий, мясо и рыбпродукты, муку и большое количество леса и лесоматериалов. Лесные грузы и определили значительное превышение вывоза над ввозом. Всего на вторую группу связей в настоящее время приходится более 45% общего товарообмена республики (в весовом выражении).

Из районов Востока наиболее тесные связи у Б.-М. АССР сложились по ввозу с Западной Сибирью и Уралом, а по вывозу — Западной Сибирью, Средней Азией и Казахстаном. Каждый из районов Востока в соответствии с направлением его хозяйства в связях Б.-М. АССР имеет свою специфику. Так, с Урала республика получает металл и нефтепродукты, из Западной Сибири — металл, технологическое топливо и зерно, с Дальнего Востока — металл, из Средней Азии и Казахстана — мытую шерсть. В обратном направлении в Западную Сибирь, Среднюю Азию и Казахстан идет лес, на Дальний Восток — мясопродукты, на Урал — концентраты цветных металлов и т. д. (табл. 3).

Третью группу связей образует товарообмен Б.-М. АССР с областями Восточной Сибири, т. е. внутри Восточно-Сибирского основного экономического района, частью которого является республика. Они устойчивые, двусторонние, но в отличие от второй группы связей здесь ввоз уже превышает вывоз, причем почти в два раза. Это объясняется тем, что Б.-М. АССР из соседних областей получает значительную часть топлива и основного сырья, а вывозит туда уже готовую продукцию своей промышленности. Всего на третью группу связей приходится около 50% общего товарообмена Б.-М. АССР (в весовом выражении).

Из областей Восточной Сибири республика получает 2,7% необходимого ей количества черных металлов, 54% угля, 96% кокса, 65% шифера, 33% кожсырья, 25% тканей, 14% кожаной обуви, 12% спирта, 12% мягкой кровли и т. д. В обратном направлении идут отремонтированные паровозы, вагоны, тракторы, новые теплоходы, цемент, оконное стекло, ткани и другие изделия. Туда вывозится 90% произведенных в

Таблица 3

Структура производственно-экономических связей Б.-М. АССР с основными экономическими районами Востока (1955 г.)

Показатели	Всего	Урал	Ср. Азия и Казахстан	Зап. Сибирь	Дальний Восток
I. По характеру связей					
Весь ввоз и вывоз, тыс. т	2332,0	262,1	879,4	940,3	250,2
Уд. вес р-нов, %	100	11,2	37,7	40,4	10,7
В том числе:					
Ввоз, тыс. т	651,6	187,5	76,1	312,3	75,7
Уд. вес р-нов, %	100	28,8	11,6	48,0	11,6
Вывоз, тыс. т	1680,4	74,6	803,3	628,0	174,5
Уд. вес р-нов, %	100	4,5	47,8	37,4	10,3
II. По составу грузов (тыс. т)					
Ввоз:					
Нефтепродукты	132,2	68,6	45,3	16,3	2,0
Черные металлы	97,0	29,7	0,5	58,6	8,2
Хлеб	97,6	9,4	2,8	78,8	6,6
Прочие	324,8	79,8	27,5	158,6	58,9
Вывоз:					
Лес	1430,8	62,9	789,3	578,5	0,1
Хлеб	60,2	—	0,1	0,2	59,9
Цемент	29,8	—	0,6	3,4	25,8
Мясо и консервы всякие	31,3	2,8	0,4	—	28,1
Прочие	128,3	8,9	12,9	45,9	60,6

республике овчин, 78% цемента, 33% кожсырья, 26% рыбы и рыбных консервов, 65% отремонтированных паровозов, 45% вагонов, 55% тракторов и т. д.

Внутри Восточно-Сибирского основного экономического района наиболее тесные связи Бурят-Монголия осуществляет с Иркутской областью и значительно меньше с Читинской областью и Красноярским краем. Совсем незначительны связи с Якутией и Тувой (табл. 4).

Анализ современных производственно-экономических связей республики дает основание утверждать, что среди них имеются постоянные и временные, необходимые и случайные, рациональные и нерациональные. К числу необходимых, постоянных и рациональных связей республики следует отнести вывоз пиломатериалов в Среднюю Азию и Казахстан, мясных продуктов на Дальний Восток и Азиатский Север, ввоз двигателей, различных уникальных машин, механизмов и оборудования из Европейской части страны и др., к случайным — вывоз небольшого количества мясопродуктов и леса за Урал, угля в Восточную Сибирь, ввоз нефтепродуктов из Читинской области и т. д.

Одна часть нерациональных связей является следствием недостатков в руководстве промышленностью и строительством и в системе материально-технического снабжения народного хозяйства, другая вызывается недостаточной комплексностью развития хозяйства и отсутствием ряда необходимых звеньев производства, обеспечивающих более полное и экономически эффективное использование исходного сырья.

Примерами нерациональных связей, вызванных ведомственной системой управления, являются вывоз литья черных металлов и ввоз их; ввоз цемента с Дальнего Востока при наличии Тимлюйского цементного заво-

Таблица 4

Структура производственно-экономических связей Бурят-Монголии внутри Восточно-Сибирского основного экономического района (1955 г.)

Показатели	Всего	Красноярский край	Иркутская область	Читинская область
I. По характеру связей:				
Весь ввоз и вывоз, тыс. т	2356,3	147,6	1846,4	362,3
Уд. вес краев и областей, %	100	6,2	78,4	15,4
В том числе:				
Ввоз, тыс. т	1578,8	97,4	1277,0	204,4
Уд. вес краев и областей, %	100	6,2	80,9	12,9
Вывоз, тыс. т	777,5	50,2	569,4	157,9
Уд. вес краев и областей, %	100	6,4	73,3	20,3
II. По составу грузов (тыс. т)				
Ввоз:				
Уголь	875,6	—	833,5	42,1
Нефтепродукты	35,4	—	35,0	0,4
Черные металлы	30,5	0,1	8,8	21,6
Лес	139,4	0,1	93,1	46,2
Хлеб	89,2	49,0	31,8	5,4
Кирпич стронт.	102,8	35,3	55,5	12,0
Прочие	305,4	12,9	216,3	76,7
Вывоз:				
Лес	112,2	18,8	91,5	1,9
Хлеб	19,2	0,4	1,9	16,9
Цемент	178,9	21,0	122,0	35,9
Мясо и консервы всякие	462,5	9,5	351,2	101,8

да, который может обеспечить полную потребность Б.-М. АССР в аналогичном цементе, и вывоз его туда же, на Дальний Восток; вывоз кож-товаров с Чикойского кожевенного завода за пределы республики и одновременно ввоз таких же кож-товаров для обувных предприятий Бурят-Монголии из районов Европейской части страны.

Улан-Удэнский паровозо-вагонный завод имеет мощные металлургические цехи с возможным объемом производства литья, превышающим потребность в нем. В связи с этим Министерство путей сообщения ежегодно планирует вывоз отсюда литья небольшими партиями на многие свои заводы, расположенные в 20—30 областях страны, включая Одесскую, Калининградскую и даже Московскую. На эти перевозки затрачивается более 6 млн. руб. в год. В то же время металлообрабатывающие предприятия республики ввозят литье издалека, включая и районы Европейской части Союза. Если прекратить вывоз литья паровозо-вагонного завода и в порядке внутриреспубликанской кооперации поставлять его на предприятия республики, то сократятся транспортные расходы, а потребность во ввозе металла уменьшится почти на 40 тыс. т.

Следствием недостатков в планировании является и то, что в отдельных случаях предприятия Бурят-Монголии завозят сырье и некоторые промышленные изделия с Урала, из Европейской части Союза, с Дальнего Востока, из городов, расположенных от Улан-Удэ на расстоянии до 5 и даже 8 тыс. км, в то время как его можно получить на месте или в пределах Восточно-Сибирского основного экономического района. Это относится к шерсти, кож-товарам, огнеупорам, кислотам, некоторым видам металлов, изделий лесной и бумажной промышленности и т. д. До 35%

необходимого количества шифера Б.-М. АССР получает с Дальнего Востока из Спасска, вся мягкая кровля идет из Центра, Урала, Поволжья и Дальнего Востока, в то время как соответствующие производства имеются в Красноярском крае, Иркутской области и их продукцию частично отправляют за пределы Восточной Сибири. Доставка же шифера в Б.-М. АССР из Красноярска обходится более чем в пять раз дешевле, чем из Спасска. Возможно значительно сократить ввоз металла с Урала и из Западной Сибири за счет поставки его из Иркутской и Читинской областей.

Имеют место неоправданные встречные перевозки. К ним относятся ввоз леса в Б.-М. АССР из Красноярского края и Иркутской области и вывоз его из республики в западном направлении. Более 2 млн. руб. транспортных расходов уплачено за доставку цемента из Спасска, в то время как на Дальний Восток идет цемент Тимлюйского завода Б.-М. АССР.

Примерами нерациональных связей, вызванных недостаточной комплексностью развития хозяйства и отсутствием ряда необходимых звеньев производства, являются вывоз грязной шерсти и ввоз мытой, вывоз необработанной древесины, ввоз большого количества угля и многочисленных продуктов питания и товаров народного потребления.

Значительные нерациональные перевозки связаны с недостаточным развитием в Б.-М. АССР пищевой и легкой промышленности. Особенно сказывается отсутствие полного комплекса предприятий, перерабатывающих продукты животноводства, изготавливающих одежду, обувь и другие товары народного потребления. Несмотря на наличие многих видов сырья для этих отраслей промышленности, большинство изделий их ввозится в Б.-М. АССР из-за ее пределов, главным образом из районов Европейской части СССР. Только на перевозку готовой одежды ежегодно расходуется 1 млн. руб. Столько же стоит ввоз тканей. В 900 тыс. руб. обходится доставка обуви, в то время как с Чикойского завода отправляется кожа в Ленинград, Киров и другие города, на что расходуется еще 2 млн. руб. и т. д.

Бурят-Монголия является одним из ведущих животноводческих районов Сибири с развитым овцеводством. Она ежегодно дает до 2,5 тыс. т тонкой и полутонкой шерсти, 3,5 тыс. т меховых и шубных овчин, 3,9 тыс. т кожсырья, много пера, пуха. Кроме того, через Б.-М. АССР из Монгольской Республики в Советский Союз экспортируется около 4 тыс. т шерсти, в основном невымытой. Однако предприятий для переработки перечисленного сырья, кроме небольшого Чикойского кожевенного завода, в Бурят-Монголии нет, и оно вывозится за ее пределы. Так, вся грязная шерсть отправляется на фабрики первичной переработки в Семипалатинск, а в обратном направлении — из Казахстана, Туркменской ССР и Татарской АССР в Улан-Удэ ввозится более 800 т мытой шерсти на сукодную фабрику. Таким образом, из-за отсутствия мойки шерсти в Б.-М. АССР фабрика вместо использования местного сырья вынуждена завозить его издалека. В случае организации мойки шерсти в республике можно было бы ежегодно экономить 1 млн. руб. на транспортных расходах и освободить железную дорогу от излишних грузов. При этом следует учесть, что для перевозки грязной шерсти требуется в два раза больший тоннаж, чем для чистой.

Значительные нерациональные перевозки связаны с недостаточным развитием деревообрабатывающей промышленности республики. В Бурят-Монголии ежегодно заготавливается свыше 3 млн. куб. м деловой древесины. Более 70% ее затем вывозится в Западную Сибирь, Среднюю Азию и Казахстан и другие районы страны, в основном в необработанном виде. Это вызывает излишнюю загрузку транспорта и увеличение транс-

портных затрат. Так, например, доставка 1 куб. м пиломатериалов в Среднюю Азию обходится в 160 руб., а круглого леса, необходимого для его производства, 246 руб. Следовательно, в случае производства пиломатериалов в республике и вывоза их вместо круглого леса достигается экономия на оплате транспортных расходов 86 руб. на каждый кубометр. Кроме того, освобождается большое количество вагонов. Таких примеров можно было бы привести много.

Дальнейшее развитие производительных сил областей Восточно-Сибирского основного экономического района и, в частности, Бурят-Монголии вызовет некоторую перегруппировку связей, изменение удельного веса отдельных их групп и позволит сократить, а иногда и совсем устранить дальние, нерациональные перевозки. Решающее влияние на это окажут создание металлургии в Восточной Сибири, цветной металлургии в Б.-М. АССР, развитие машиностроения, угольной, лесной, пищевой и легкой промышленности в республике.

В настоящее время Восточная Сибирь испытывает большой дефицит в изделиях черной металлургии. С каждым годом увеличивается ввоз их, на что расходуются большие средства. По данным Института экономики АН СССР, перспективная потребность Забайкалья в черных металлах на 1960 г. определяется в 800 тыс. т, 1965 г. — 1100 тыс. т, и 1970 г. — 1500 тыс. т. Для покрытия этой потребности назрела необходимость создания в Восточной Сибири собственной черной металлургии. Это во многом облегчается наличием и удобным сочетанием в пределах ее огромных запасов необходимого сырья, вспомогательных материалов и, отчасти, топлива.

Создание металлургического производства в Восточной Сибири позволит организовать более рациональные производственно-экономические связи Бурят-Монголии по металлу. Переход на снабжение ее металлом с восточно-сибирских заводов даст возможность разгрузить транспорт, сократить дальность перевозки металла и уменьшить транспортные расходы.

Создание в Восточной Сибири металлургии явится основой для развития здесь значительного машиностроения. Только в Бурят-Монголии предполагается построить станкостроительный, инструментальный заводы, расширить «Механлит», «Металлоширпотреб» и другие предприятия, перевести паровозо-вагонный завод на выпуск электровозов. Это даст возможность значительно сократить ввоз в республику изделий машиностроения и тем самым изменить структуру внешних производственно-экономических связей по промышленному оборудованию и металлоизделиям. В настоящее время Бурят-Монголия ввозит с Запада одних инструментов на 15 млн. руб. В будущем значительная часть потребности в них и многих других металлоизделиях будет удовлетворяться промышленностью Восточной Сибири.

До последнего времени значительную часть поступающих грузов занимает черемховский энергетический уголь. По мере развития добычи угля на Гусиноозерском месторождении меняется углебаланс республики. В первые годы Отечественной войны на долю местного угля приходилось всего лишь 5—10%, а теперь приходится уже около 50%. В будущем связи республики по углю совершенно изменятся. Б.-М. АССР прекратит ввоз энергетического угля, а шахты и разрезы Гусиноозерского и других месторождений полностью обеспечат ее необходимым топливом.

Большие изменения произойдут и во внешних связях республики по лесным грузам. Уже в настоящее время начато строительство первого в Бурят-Монголии вискозно-целлюлозного завода, предполагается значительное расширение лесопильных и шпалорезных заводов, организация

производства стандартных домов. Появится реальная возможность отказаться от вывоза круглого леса (за исключением рудостойки) и перейти к поставкам более транспортабельных и ценных изделий деревообрабатывающей промышленности.

В результате значительного развития легкой и пищевой промышленности и создания на базе переработки части местного сырья (шерсти, искусственного волокна, кожсырья, овчин и др.) ряда новых для Б.-М. АССР производств станет возможным, с одной стороны, обеспечить республику многими необходимыми товарами народного потребления и, с другой, — установить новые производственные связи с районами Дальнего Востока, Восточной Сибири, поставляя им некоторые виды изделий легкой и пищевой промышленности. Соответственно сократится ввоз из районов Европейской части страны. Изменятся связи республики и по многим другим видам промышленной продукции.

В целом в перспективе во внешних связях республики будет все больше повышаться удельный вес восточных районов и особенно Восточно-Сибирского основного экономического района. Это соответствует основной тенденции развития производственно-экономических связей в СССР, вытекающей из задачи постоянного повышения производительности общественного труда и заключающейся в том, чтобы на базе всестороннего ускорения развития восточных районов страны сократить до минимума дальние, нерациональные перевозки. Это будет достигнуто путем повышения удельного веса связей внутри Восточно-Сибирского основного экономического района на базе комплексного развития его производительных сил. Что касается существующих производственно-экономических связей с дальними районами Европейской части страны, они значительно сократятся. За этими районами сохранится лишь поставка особо сложных изделий, организация производства которых на Востоке относится к более отдаленной перспективе.

Разработка рациональных межрайонных и внутрирайонных производственно-экономических связей имеет большое народнохозяйственное значение. Она будет способствовать ускоренному развитию производительных сил на базе всестороннего и наиболее рационального использования богатейших природных ресурсов страны в целом, отдельных основных экономических районов и их частей, сокращению затрат труда, повышению его производительности.

Западно-Сибирский филиал
Академии наук СССР
Госплан Совета Министров Б.-М. АССР.

Поступила в редакцию
23/VII 1957

Н. А. ИГНАТЧЕНКО

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ РАЗНОВИДНОСТИ МЕЗОЗОЙСКИХ УГЛЕЙ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ УГЛЕНАКОПЛЕНИЯ В ЯКУТСКО-КАНГАЛАССКОМ РАЙОНЕ ЛЕНСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА

В изучении петрографического состава углей, распространенных в Якутско-Кангаласском районе, до сих пор были сделаны только первые шаги. Сведения по этому вопросу, известные из печатной и рукописной литературы, ограничиваются беглой макроскопической характеристикой и описанием единичных шлифов углей, обнаруженных в обнажениях нижнемеловых отложений Кангаласского мыса и вскрытых выработками Кангаласской шахты. Несмотря на это, в литературе высказывалось мнение, что с угленосными отложениями «кангаласского типа» связаны исключительно бурые клареновые угли, отличающиеся чрезвычайно малым содержанием форменных элементов и минеральных примесей [1].

Благодаря геолого-разведочным работам, проведенным на Кангаласском и Кильдямском бурогольных месторождениях в 1950—1954 гг. и бурению Намской опорной скважины, представления об угленосности мезозойских отложений района и петрографическом составе распространенных в них углей значительно пополнились и существенно изменились.

В настоящее время установлено, что практически значимая угленосность связана с верхнеюрскими и нижнемеловыми терригенными отложениями, представленными песками, песчаниками, алевролитами и глинами; грубообломочные породы и известняки среди угленосных осадков отсутствуют. Пласты угля по условиям залегания тяготеют к глинисто-алевритовым пачкам разреза и, как правило, подстилаются и перекрываются глинами и алевролитами. Редко в почве и кровле угольных пластов залегают пески и песчаники. Общая мощность угленосных отложений

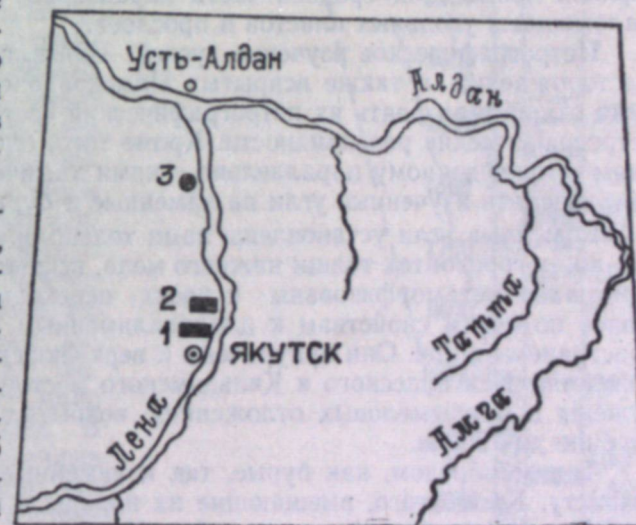


Рис. 1. Схема расположения разведанных месторождений и опорной скважины, вскрывшей угленосные отложения.
1 — Кильдямское месторождение; 2 — Кангаласское месторождение; 3 — Намская опорная скважина.

юры и нижнего мела в районе Намской скважины достигает 1900 м. Южнее, в районе Кангаласского и Кильдямского месторождений, она снижается до 600—650 м, вследствие размыва этих моноклинально залегающих пород.

Угленосные отложения непосредственно подстилаются толщей песчано-глинистых среднеюрских осадков, в нижней части которых найдена типичная морская фауна (*Eumorphotis lenoensis* Lah.). Перекрываются они отложениями верхнего мела (Намская скважина) и неогена (Кангаласское месторождение).

Поисково-разведочными работами установлено, что в нижнеюрских отложениях Кангаласского и Кильдямского месторождений содержится шестнадцать угольных пластов, а в разрезе Намской скважины, где эти отложения имеют примерно ту же мощность, обнаружено только три пласта и несколько прослоев угля. Таким образом, устанавливается значительное снижение угленосности верхнеюрских отложений в северном направлении.

Несколько иная картина наблюдается в отложениях нижнего мела. Так, на Кангаласском буроугольном месторождении, где сохранилась от размыва только нижняя часть разреза этих отложений, мощностью 240—260 м, в них содержится десять угольных пластов. К северу, судя по разрезу опорной скважины, мощность нижнемеловых отложений возрастает до 1485 м, и в них насчитывается не менее двадцати трех пластов угля. Большинство угольных пластов в этом разрезе тяготеет к его нижней и верхней части. Для средней части характерно присутствие нескольких маломощных угольных пластов и прослоев.

Петрографическое изучение углей Кангаласского и Кильдямского месторождений, а также вскрытых Намской опорной скважиной, позволило охарактеризовать их петрографический состав и выделить типичные петрографические разновидности. Кроме того, благодаря этим исследованиям и проведенному параллельно с ними химическому анализу, удалось подразделить изученные угли на каменные и бурые.

Каменные угли установлены нами только среди юрских отложений и в нижних горизонтах толщи нижнего мела, вскрытых Намской скважиной. Они слабо метаморфизованы и носят переходный характер, приближаясь по своим свойствам к длиннопламенным углям. Бурые угли распространены шире. Они приурочены к верхнеюрским и нижнемеловым отложениям Кангаласского и Кильдямского месторождений, а также обнаружены в нижнемеловых отложениях, вскрытых опорной скважиной на глубине до 1500 м.

Таким образом, как бурые, так и каменные угли не отличаются по возрасту. Кроме того, вмещающие их породы в генетическом отношении в общем весьма близки между собой. Небольшие различия в степени метаморфизма этих углей обусловлены только погружением на значительную глубину нижней части комплекса угленосных отложений в северной части района.

В связи с небольшой разницей в метаморфизме, петрографические разновидности бурых и каменных углей, образовавшиеся при одинаковых условиях накопления и превращения первичного растительного материала, имеют недостаточно отчетливые микропетрографические различия и распознаются, главным образом, по некоторым физическим и химическим свойствам. По этой причине целесообразно в первую очередь остановиться на общей характеристике тех и других углей и составляющих их компонентов. Переходя затем к описанию типичных петрографических разновидностей, нет необходимости подразделять последние по степени метаморфизма:

Характеризуя в общих чертах бурые угли, следует отметить, что они, хотя и являются достаточно «зрелыми», окрашивают раствор едкой щелочи в бурый цвет и дают при кипячении с бензолом слабоокрашенный бурый раствор. Цвет черты углей бурый или буро-темно-коричневый. В кусках угли черные с полураковистым неровным или ступенчатым изломом и, в общем, со сравнительно слабым блеском. По текстуре они подразделяются на слоистые и массивные. Структура углей полосчатая или штриховато-полосчатая. Однородные разновидности редки. К числу микроскопических признаков, позволяющих отличать эти угли от каменных, относятся бурый, красновато-бурый цвет основной массы и других гелифицированных компонентов, а также бледная окраска желтых форменных элементов.

Каменные угли имеют низкую степень метаморфизма. По своим свойствам они приблизительно соответствуют длиннопламенным или, даже скорее, переходным углям, т. е. стоят на грани с бурыми. Эти угли черного цвета с достаточно интенсивным блеском. Цвет черты черный или коричневатый-черный. Каменные угли не окрашивают или весьма слабо окрашивают раствор едкой щелочи, а с бензолом окрашивания не дают. В отношении излома, текстуры и структуры они мало чем отличаются от бурых. В прозрачных шлифах каменные угли характеризуются тем, что их основная масса, по сравнению с бурыми углями, приобретает оранжевый оттенок, линзочки витрена — красновато-оранжевый, а желтые форменные элементы становятся более интенсивно окрашенными.

Различие бурых и каменных углей более отчетливо проявляется в некоторых их качественных показателях. Многочисленные данные технических и элементарных анализов, часть из которых приведена в табл. 1 (см. стр. 24), показывают, что содержание лабораторной влаги, углерода, кислорода в этих углях различно.

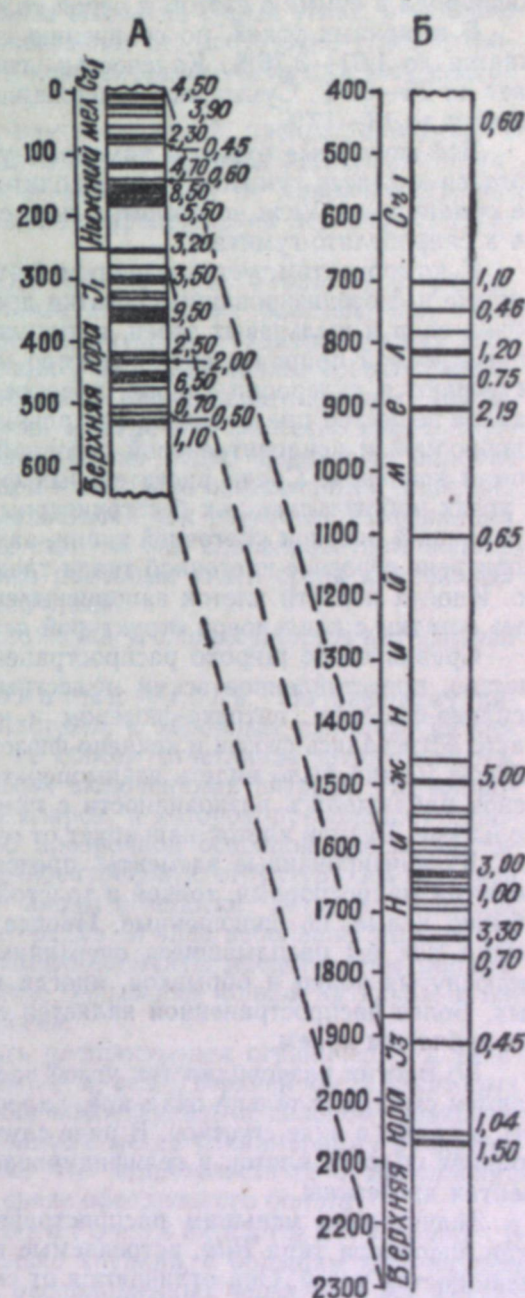


Рис. 2. Схема расположения угольных пластов:

А — в разрезе угленосных отложений Кангаласского и Кильдямского месторождений; Б — в разрезе угленосных отложений, вскрытых Намской опорной скважиной.

16076

16076

В бурых углях содержание лабораторной влаги колеблется от 6 до 12%. Количество углерода на горючую массу не превышает 70—75%. Кислорода в сумме с азотом и серой содержится до 20—24%.

В каменных углях, по сравнению с бурыми, содержание влаги снижается до 1,01—3,76%. Количество углерода на горючую массу возрастает до 76—82%. Суммарное содержание кислорода, серы и азота уменьшается до 13—17%.

Все изученные бурые и каменные угли, за редким исключением, относятся к классу гумитов. Липтобиолитов и типичных сапропелитов пока не обнаружено. Угли со значительным содержанием водорослей относятся к сапропелито-гумитам.

К компонентам, установленным в этих углях, относятся гелифицированные и фюзенизированные остатки древесных и стеблевых тканей, оболочки спор и пыльцевых зерен, кутикула, смоляные тельца, желтые тела невыясненной природы, opak-вещество и минеральные включения. Редко встречаются склеротии грибов, водоросли, коровые ткани. Гелифицированное вещество представлено несколькими разновидностями: прозрачной однородной и ксиловитреновой основной массой,* витреном, ксиловитреном и ксиленом. Среди растительных фрагментов витреновой структуры в углях наблюдались как бесструктурный, так и структурный витрен, сохранивший рисунок клеточной ткани, заметный по оттенкам цвета. В ксиловитрене строение клеточной ткани также выступает достаточно явственно. Иногда полости клеток заполнены смолой желтого цвета. Растительные остатки с ксиленовой структурой встречались нечасто.

Сравнительно широко распространено в углях фюзенизированное вещество, представленное всеми известными разновидностями: фюзеном, ксилено-фюзеном, витрено-фюзеном и частицами opak-массы. Наиболее часто встречались фюзен и ксилено-фюзен, причем в ряде случаев в одном шлифе можно было видеть взаимопереходы одного в другой. Среди фюзенов наблюдались разновидности с прекрасно выраженными годовыми кольцами. Размер клеток варьирует от очень мелких до крупных.

Кутинизированные элементы представлены оболочками микроспор, редкими макроспорами, тонкой и толстой кутикулой. Микроспоры мелкие, обычно целые, но сплюснутые. Иногда они бывают разорванными или имеют как бы расплывшиеся очертания. Кутикула присутствует в виде сплюснутых колец и обрывков, иногда перемятых и причудливо изогнутых. Более распространенной является гладкая кутикула, но встречается и с зубчатым краем.

Во многих разновидностях углей часто в большом количестве наблюдаются смоляные тельца овальной, палочкообразной и неправильной формы, а также в виде сгустков. В ряде случаев можно видеть, как смола заполняет полости клеток в гелифицированных и фюзенизированных фрагментах древесины.

Значительно меньшим распространением пользуются микроскопические водоросли типа *Pila*, встречаемые в виде колоний в некоторых разновидностях углей. Они отличаются от смоляных телец как своей формой, так и бледно-желтым цветом, ячеистым строением и сетчатым погасанием.

Таким образом, угли Якутско-Кангаласского района, вопреки существующему мнению, отличаются большим разнообразием слагающих их компонентов. Весьма интересным свойством некоторых из них является отчетливая оптическая анизотропия. Она обнаруживается в гелифици-

* Ксиловитреновая основная масса рассматривается Ю. А. Жемчужниковым и др. [2—4] как вариация комковатой основной массы с намеком на оконтуренность отдельных комков или пятен, которые при лучшей сохранности могли бы относиться к ксиловитрену. В этом смысле этот термин употребляется и нами.

рованным веществе, смолах и водорослях как каменных, так и бурых углей. Последнее представляет интерес в связи с тем, что в литературе [5] высказывалось мнение об изотропности вещества бурых углей, в отличие от каменных. Наши наблюдения показывают, что достаточно углефицированные бурые угли верхнеюрского и нижнемелового возраста уже содержат анизотропные компоненты.

Среди разнообразных бурых и каменных углей, распространенных в отложениях верхней юры и нижнего мела, выделяется несколько типичных петрографических разновидностей, различимых по микропетрографическому составу и условиям накопления и превращения первичного органического материала.

1. Витреновый однородный уголь. Уголь этой разновидности отличается наиболее сильным стеклянним блеском, наличием резко выраженной вертикальной трещиноватости и однородностью слагающего его вещества. Под микроскопом он представляет собою гелифицированное однородное вещество красного или буровато-красного цвета, без каких-либо форменных элементов. Иногда это вещество имеет неотчетливое строение растительной ткани. Очень редко некоторые полости клеток заполнены смолой и благодаря этому ясно обозначаются в шлифе.

Образование такого угля представляется как результат гелификации крупных стволов деревьев в топком стоячем или слабopоточном болоте. Это подтверждается залеганием линз подобных углей среди клареновых и дюрено-клареновых разновидностей углей.

Самостоятельного значения в сложении угольных пластов витреновый уголь не имеет.

2. Клареновый штриховатый уголь. По внешнему виду он черного цвета, блестящий, плотный, с неровным изломом, на поверхности обнаруживается иногда не совсем отчетливая штриховатость, обусловленная мелкими линзовидными включениями витрена. По микроструктуре уголь представляет собой кларен, в котором преобладает однородное гелифицированное вещество прозрачной основной массы, местами приобретающее неотчетливую ксиловитреновую структуру. Из остатков стеблевых элементов встречаются линзы и полоски витрена. Фюзенизированное вещество встречается редко в виде небольших линзочек и включений фюзена. Желтые форменные элементы представлены оболочками микроспор, часто сплюснутыми, обрывками тонкой кутикулы и немногочисленными смоляными тельцами.

Клареновый штриховатый уголь распространен ограниченно и залегает малоомощными прослоями в нижней и, реже, верхней части некоторых пластов. Об условиях его образования можно судить по сильному развитию гелифицированного вещества и более или менее равномерному распределению в нем форменных элементов, что свидетельствует о накоплении первичного материала в спокойной среде обводненного болота.

3. Клареновый штриховато-полосчатый уголь. В кусках он, черный блестящий, довольно хрупкий, с большим количеством вертикальных трещин отдельности, расположенных через 1—4 мм. На поверхности отдельностей каменных углей этой разновидности иногда наблюдаются «глазки». Излом угля полураковистый, угловатый. Преобладающим в угле является блестящее вещество, среди которого более или менее отчетливо выделяются штрихи, мелкие линзочки и редкие полоски интенсивно блестящего витрена, шириною 2—5 мм, редко до 10 мм и более. По микроструктуре уголь относится к кларенам с резко преобладающим развитием гелифицированного вещества в виде прозрачной основной массы и линз витрена, с отчетливыми или отчасти расплывчатыми контурами. Включения фюзена чрезвычайно редки. Желтых форменных

элементов мало, и они представлены обрывками и кольцами кутикулы, микроспорами и немногочисленными смоляными тельцами различного размера. Изредка встречаются небольшие колонии микроскопических водорослей типа *Pila*.

Угли данной разновидности значительно распространены в угольных пластах различных угленосных горизонтов. Судя по петрографическому составу, образование их происходило в условиях сильно обводненного болота с высоким уровнем стояния грунтовых вод, в связи с чем главным образом развивались процессы остудневания растительных остатков.

4. Зольный клареновый штриховато-полосчатый уголь. Этот своеобразный уголь имеет неровный ступенчатый излом и серовато-черный цвет. В преобладающем матовом веществе его наблюдаются немногочисленные мелкие штрихи и редкие тонкие блестящие прослойки, шириной до 3 мм. По микроструктуре уголь относится к сильно зольному кларену, в некоторых участках шлифа приближаясь к дюрено-кларену. Преобладает гелифицированное вещество, представленное прозрачной основной массой и линзочками коричневого витрена. Присутствуют небольшие включения ксилено-фюзена. Отдельные участки в шлифах слагаются opak-массой. Спорадически встречаются деформированные оболочки микроспор, обрывки кутикулы, единичные смоляные тельца. Уголь содержит много минеральных компонентов в виде мелких угловатых зернышек кварца, разрушенных зерен полевых шпатов и обильной тонкозернистой глинистой примеси.

Зольный клареновый уголь большей частью залегает в кровле пластов или пачек пласта и более или менее постепенно переходит в углистые алевролиты и глины. Образование такого угля, по-видимому, было обусловлено накоплением органического материала в обводненных болотах, заливаемых водами бассейна или паводков.

5. Дюрено-клареновый штриховатый уголь. Черный полублестящий, с неровным, иногда полураковистым изломом. На вертикальном срезе выступает отчетливая штриховатость, обусловленная наличием мелких сильно блестящих линзочек и штрихов. Под микроскопом видна дюрено-клареновая структура угля. Преобладающее гелифицированное вещество основной массы содержит линзочки витрена и кsilовитрена, фюзена и ксилено-фюзена, а также смоляные тельца, небольшое количество микроспор и обрывков кутикулы. Изредка присутствуют водоросли типа *Pila*. Минеральных примесей мало.

Уголь такого петрографического состава не пользуется широким распространением и значительных пачек в угольных пластах не образует. Накопление первичного материала таких углей наиболее вероятно в условиях обводненного слабопроточного торфяного болота.

6. Дюрено-клареновый штриховато-полосчатый уголь. Черного цвета, полублестящий, с полураковистым угловатым или ступенчатым изломом, на поверхности отчетливо видна штриховато-полосчатая структура. Последняя обусловлена наличием штрихов, линзочек и нешироких блестящих полос в преобладающем полублестящем веществе угля. Под микроскопом видно, что уголь является дюрено-клареном, в котором, не всегда отчетливо, выделяются полоски витрена и кsilовитрена. Преобладает гелифицированное вещество в виде прозрачной однородной или кsilовитреновой основной массы, в которой содержатся смоляные тельца, микроспоры, тонкая, реже толстая кутикула и небольшое количество минеральных зерен. Фюзен и кsilофюзен встречаются не во всех шлифах в виде мелких линзовидных включений.

Уголь пользуется значительным распространением, слагая нижние и средние части многих пластов и образуя довольно мощные пачки. Его пе-

трографические особенности указывают на слабую проточность обводненных болот, в которых происходило накопление углеобразующего материала.

7. Кларено-дюреновый штриховато-полосчатый уголь с прослойками дюрена. По внешнему виду полублестящий или полуматовый, серовато-черный, плотный, массивный, неясно-штриховатый с неровным изломом. Тонкие осколки угля загораются от спички, но быстро гаснут. В прозрачном шлифе уголь неоднороден. Гелифицированное вещество содержится в нем в количестве от 50% и меньше. Оно представлено однородной или кsilовитреновой основной массой с остудневшими растительными фрагментами в виде тонких полосочек и линзочек витрена, большей частью почти слившихся с основной массой. Довольно редко встречаются обрывки фюзенизированных тканей и небольших линзочек ксилено-фюзена. Весьма существенными компонентами угля являются желтые форменные элементы: смоляные тельца, кутикула, оболочки микроспор. Среди них преобладают смоляные тельца. В значительном количестве встречается кутикула, преимущественно тонкая, с гладким и зубчатым краем. Микроспоры играют подчиненную роль. Форменные элементы располагаются в шлифе то послойно, то беспорядочно. Отдельные участки шлифа настолько обогащены желтыми форменными элементами, что по микроструктуре соответствуют дюрену. Минеральных примесей в угле мало. Это главным образом зернышки кварца.

Уголь такого петрографического состава слагает мощные пачки некоторых пластов, залегая в их средней, верхней и, реже, нижней части. Накопления первичного материала подобных углей, видимо, происходило в обводненных слабопроточных болотах.

8. Дюреновый мелкоаттитовый однородный уголь. Серовато-черный, матовый, плотный, с неровным изломом. Под микроскопом обнаруживается его мелкоаттитовое сложение. Гелифицированное вещество представлено комочками и прожилками прозрачной основной массы, мельчайшими обрывками витренообразного вещества и ксилена. Фюзенизированное вещество содержится в большом количестве в виде мелких, беспорядочно расположенных обрывков и линзочек фюзена, ксилено-фюзена и кsilовитрено-фюзена. Желтые форменные элементы немногочисленны и представлены единичными смоляными тельцами, обрывками тонкой кутикулы и микроспорами. Из минеральных примесей содержатся многочисленные угловатые зерна кварца. Уголь очень зольный.

Мелкоаттитовый дюреновый уголь, несомненно, имеет аллохтонное происхождение, в результате переотложения раздробленных растительных остатков. Он мало распространен и образует только отдельные тонкие прослои в некоторых угольных пластах.

9. Клареновый штриховато-полосчатый уголь с прослойками фюзено-ксиленового дюрена. Черный, полублестящий, со ступенчатым изломом. Преобладающее полублестящее вещество содержит штрихи и линзочки блестящего витрена и шелковистого фюзена. Наряду с этим имеются неширокие прослойки шелковисто-полуматового фюзено-ксиленового угля. На поверхностях наложения видны крупные и мелкие фрагменты фюзена и фюзено-ксилена. Под микроскопом уголь представляется клареном с сильно развитой кsilовитреновой основной массой, в которой наблюдаются немногочисленные смоляные тельца, споры, толстая и тонкая кутикула. Встречаются изредка линзочки витрена, фюзена и ксилено-фюзена. Среди кларена более или менее обособленно, послойно располагаются полоски, сложенные фюзено-ксиленовым дюреном. Последний состоит из резко преобладающих по количеству фрагментов фюзена, ксилено-фюзена и витрено-фюзена. Присутствует ксилен, ре-

же — коричневый витрен. Желтые форменные элементы, в виде смоляных телец, микроспор и кутикулы, встречаются спорадически. Основной массы мало, и она представлена плохо просвечивающим буровато-коричневым веществом или opak-массой.

Сложно-полосчатый уголь такой разновидности слагает почти целиком некоторые угольные пласты в верхнеюрской угленосной толще Кангаласского и Кильдямского месторождений, но широкого вертикального распространения в стратиграфическом разрезе не имеет. Образование этого угля, видимо, происходило в застойном болоте, в котором периодически колебался уровень грунтовых вод. В периоды кратковременных осушений поверхности торфяника происходило образование фюзено-ксиленовых матовых прослоев за счет окисления в той или иной мере остудневевших растительных остатков.

10. Фюзено-ксиленовый штриховато-полосчатый уголь. Шелковисто-полуматовый, черный, в куске довольно легко ломается. На поверхностях наложения имеются весьма крупные фрагменты фюзена и фюзено-ксилена. На вертикальном изломе среди основной тусклоблестящей штриховатой массы видны крупные и более мелкие блестящие полоски и линзы. Излом угля ступенчатый. Микроскопически уголь состоит в основном из ксилена, ксилено-фюзена и фюзена, сцементированных темно-бурой, иногда непрозрачной основной массой, которая содержится в незначительном количестве. Присутствует изредка витрено-фюзен. Из желтых форменных элементов в небольшом количестве встречаются смоляные тельца, оболочки микроспор, обрывки тонкой и толстой кутикулы. Блестящим полоскам и линзам в угле соответствуют участки витрена и кларена. Витрен обычно структурный. Кларен содержит, наряду с желтыми форменными элементами, фюзенизированные ткани; постепенно обогащаясь ими, он переходит в фюзено-ксиленовый дюрено-кларен. Минеральных примесей в сложно-полосчатом угле данной разновидности сравнительно немного. Они представлены как мелкими зернами терригенных минералов, так и карбонатами, заполняющими иногда полости клеток в фюзенизированных фрагментах древесины.

Такой уголь образует достаточно мощные пачки пластов средней части верхнеюрского угленосного комплекса, но в общем распространен нешироко. Образование его связано с переменным режимом, при котором происходили частые периодические осушения поверхности торфяника, что приводило к глубокому окислению органических остатков, как еще не затронутых процессами гелификации, так и отчасти гелифицированных.

11. Фюзеновый шелковисто-матовый уголь. Рыхлый, черный, с шелковистым слабым блеском. На поверхности наложения отчетливо видны многочисленные кусочки фюзенизированной древесины. В шлифе видно, что уголь состоит почти полностью из фюзена с ясно выраженным клеточным строением. Иногда удается наблюдать прекрасно сохранившиеся годовые кольца. Гелифицированное вещество почти отсутствует. Оболочки микроспор, смоляные тельца и кутикула очень редки.

Фюзеновый уголь встречается спорадически в виде маломощных, но достаточно выдержанных прослоев в угольных пластах. Его образование, несомненно, было связано с периодами осушения поверхности торфяников, когда накопление и превращение растительного материала происходило при постоянном воздействии окислительных процессов.

12. Сапропелито-гумитовый штриховатый уголь. Черный с сероватым оттенком, полуматовый с тусклым жирноватым блеском, очень крепкий. Структура штриховато-тонкополосчатая. В преобладающей однородной полуматовой основе угля наблюдаются мелкие, редко расположенные линзочки и тонкие блестящие полоски. Излом полурако-

вистый, угловато-неровный, черта коричневая. Уголь загорается от спички и горит коптящим пламенем. Под микроскопом видно, что в угле преобладает своеобразная прозрачная основная масса, неоднородная в различных участках шлифа. Местами она почти желтая с комочками и прожилками буро-красного гуминового вещества. В других частях шлифов основная масса буровато-красного цвета с желтыми прожилками сапропелового вещества. В большинстве случаев основная масса имеет буровато-желтый цвет и, видимо, смешанный состав. Растительные древние ткани представлены небольшими линзочками и прослойками витрена и ксилена. Значительную роль в составе угля играют колонии микроскопических водорослей *Pila* бледно-желтого цвета и оболочки микроспор. Реже встречаются смоляные тельца и обрывки кутикулы. Присутствуют мелкие угловатые зернышки кварца и разрушенные зернышки полевых шпатов.

Подобные угли залегают в виде небольших прослоев в нижней части некоторых угольных пластов. Встречаются они редко. Накопление первичного органического материала их, очевидно, происходило в зарастающих озерах, где одновременно отлагались сапропель и принесенные из прибрежных торфяников мелкие остатки высших растений.

Итак, среди бурых и каменных углей, распространенных в верхнеюрских и нижнемеловых отложениях, в настоящее время можно выделить не менее двенадцати петрографических разновидностей, принимающих то или иное участие в строении многочисленных угольных пластов. Некоторые из этих разновидностей различаются между собой не только по петрографическим признакам, но и по ряду качественных показателей, что можно иллюстрировать данными технических и элементарных анализов образцов угля, помещаемыми в табл. I.

Из таблицы видно, что наименее зольными среди бурых и каменных углей являются клареновые — штриховатые и штриховато-полосчатые. В дюрено-клареновых и кларено-дюреновых углях содержание золы также сравнительно невелико. Больше всего ее в углях дюреновых мелкоаттитовых и зольных клареновых. Все угли являются малосернистыми. Содержание серы в различных образцах одного и того же угля зачастую колеблется в пределах до десятых долей процента и не может поэтому рассматриваться как характерный показатель для какой-либо из петрографических разновидностей.

По выходу летучих веществ среди изученных углей выделяются сапропелито-гумитовые, в которых содержание их достигает 56—58%. Меньше всего летучих веществ в фюзено-ксиленовых разновидностях. По количеству углерода на первом месте стоят угли дюреновые мелкоаттитовые, фюзено-ксиленовые и клареновые с прослойками фюзено-ксиленового дюрена. Остальные угли по этому показателю мало различаются между собой. Содержание водорода в большинстве углей колеблется около 6%. Наименьшее его количество свойственно фюзено-ксиленовым и дюреновым мелкоаттитовым углям (4,81—5,03%). Повышенным содержанием водорода отличаются сапропелито-гумитовые угли (7,46—8,79%).

Петрографические разновидности углей, встреченные в многочисленных угольных пластах мезозойской толщи Якутско-Кангаласского района, показывают, что угленакопление в отдельные отрезки времени происходило при различных условиях отложения и превращения растительных остатков.

Учитывая вероятные условия образования описанных петрографических разновидностей углей, можно наметить следующие фации накопления углеобразующего органического материала:

1) фацию зарастающих озер, которой соответствуют сапропелито-гумиты;

Таблица 1

№ п.п.	Разновидности угля	W ^a	A ^c	S ^c _{общ}	V ^г	C ^г	H ^г	(O + N + S) ^г
<i>Бурые угли</i>								
1	Клареновый штриховатый	9,57	5,55	0,12	41,74	70,71	6,12	23,17
2	Клареновый штриховато-полосчатый	8,00	13,53	0,46	40,63	71,82	6,05	22,13
3	Зольный клареновый штриховато-полосчатый	8,35	28,72	0,30	43,38	69,81	6,32	23,87
4	Дюрено-клареновый, штриховатый	11,91	13,42	0,37	42,66	70,63	5,89	23,48
5	Дюрено-клареновый штриховато-полосчатый	10,62	15,86	0,26	44,92	71,35	6,10	22,55
6	Кларено-дюреновый штриховато-полосчатый с прослойками дюрена	9,10	17,18	0,33	46,53	71,49	6,23	22,28
7	Дюреновый мелкоаттитовый однородный	7,34	32,80	0,38	41,42	73,74	5,37	20,89
8	Клареновый штриховато-полосчатый с прослойками фюзено-ксиленового дюрена	10,50	7,30	0,54	42,93	72,59	6,11	21,30
9	Фюзено-ксиленовый штриховато-полосчатый	9,40	7,77	0,32	39,55	74,55	5,03	20,42
10	Сапропелито-гумитовый штриховатый	5,67	24,21	0,43	56,78	70,32	8,79	20,89
<i>Каменные угли</i>								
1	Клареновый штриховатый	2,46	9,25	0,16	40,62	76,67	6,35	16,98
2	Клареновый штриховато-полосчатый	3,76	8,18	0,33	39,91	76,60	5,91	17,49
3	Зольный клареновый штриховато-полосчатый	2,89	32,43	0,29	43,21	77,11	5,62	17,27
4	Дюрено-клареновый штриховатый	3,46	14,83	0,36	41,87	76,53	6,16	17,31
5	Дюрено-клареновый штриховато-полосчатый	1,02	16,57	0,37	43,38	78,80	6,57	14,63
6	Кларено-дюреновый штриховато-полосчатый с прослойками дюрена	2,24	15,17	0,11	50,44	77,73	6,81	15,46
7	Дюреновый мелкоаттитовый однородный	1,01	43,27	0,48	36,33	81,45	5,20	13,35
8	Клареновый штриховато-полосчатый с прослойками фюзено-ксиленового дюрена	2,75	8,62	0,29	41,84	79,57	6,13	14,30
9	Фюзено-ксиленовый штриховато-полосчатый	2,34	9,21	0,38	32,48	81,25	4,81	13,94
10	Сапропелито-гумитовый штриховатый	3,36	16,12	0,34	58,03	76,92	7,46	15,62

2) фацию сильно обводненных торфяных болот, с которой связано образование клареновых и дюрено-клареновых углей;

3) фацию обводненных проточных болот, куда относятся кларено-дюреновые угли;

4) фацию периодически осушаемых дренируемых болот, в условиях которых накапливались клареновые угли с прослойками фюзено-ксиленового дюрена и фюзено-ксиленовые угли с линзами и прослойками витрена и кларена;

5) фацию «сухих» торфяников, соответствующую фюзеновым углям, материнское вещество которых подвергалось длительному окисляющему воздействию кислорода воздуха.

В смене перечисленных фаций в течение крупных отрезков времени, соответствующих периодам образования более или менее обособленных угленосных толщ, в комплексе осадков юры и нижнего мела отмечаются некоторые закономерности.

Так, в угленосных отложениях верхнеюрского возраста угли, связанные с фацией периодически осушаемых болот, приурочены в общем к средней части разреза, а угли, образование которых происходило в условиях застойных и слабопроточных болот, наблюдаются в нижней и верхней его части.

В нижней угленосной толще нижнемелового возраста угли фации проточных болот тяготеют к ее основанию. Выше они сменяются углями, образовавшимися из отложений сильно обводненных слабопроточных и непроточных болот. Средняя часть разреза нижнемеловых отложений, содержащая несколько пластов и прослоев угля, характеризуется клареновыми углями фации обводненных болот, а в верхней угленосной толще того же возраста наблюдается закономерность, похожая на отмеченную в верхнеюрских отложениях.

Известная закономерность прослеживается и в распределении петрографических типов углей в отдельных пластах. Пласты малой и средней мощности (0,5—1,0 м) характеризуются небольшим разнообразием углей, образовавшихся главным образом в условиях обводненных и слабопроточных болот. В более мощных пластах (2,0—5,0 м и более) набор петрогенетических типов углей разнообразнее и имеется более или менее выдержанная последовательность их залегания. В большинстве из них в нижней части залегают угли, образовавшиеся в условиях обводненных застойных болот, выше они сменяются углями, накопившимися в условиях слабой проточности или периодического осушения торфяников, и самая верхняя часть пласта слагается углями, происшедшими из отложений обводненных торфяников. Вместе с тем бывают и отклонения от указанной последовательности залегания петрогенетических типов углей в разрезах пластов.

Проведенные петрографические исследования в совокупности с изучением литологии углевмещающих пород позволяют поставить вопрос об автохтонном накоплении растительного материала большинства угольных пластов, не исключая некоторого переноса материала внутри площади углеобразования.

Об автохтонном накоплении свидетельствуют следующие признаки:

1) уголь подавляющего большинства пластов залегает на отложениях с ясно выраженными признаками слабой динамики седиментационной среды;

2) в почве пластов угля и в прослоях породы, разделяющих пласты на пачки, во многих случаях обнаруживаются остатки корневой системы растений;

3) некоторые угольные пласты отличаются исключительной чистотой угольного вещества, что наблюдается под микроскопом и выражается в малой зольности угля при техническом анализе;

4) в углях иногда имеется большое количество крупных фюзенизированных фрагментов древесины, несомненно образовавшихся на месте, а не принесенных.

Таким образом, для подавляющего большинства пластов угля наиболее вероятным является накопление первичного органического материала на месте произрастания растительности или в небольшом удалении от него.

Подводя итоги проведенным исследованиям, необходимо отметить, что они не являются исчерпывающими и могут рассматриваться только как первый этап такого рода работ. Несомненно, в дальнейшем

петрографическое изучение углей Якутско-Кангаласского района должно продолжаться и проводиться в комплексе с химико-технологическими исследованиями с целью прогноза их технологических свойств, выяснения особенностей угленакопления и установления связи формирования пластов угля с процессами образования и метаморфизма вмещающих пород.

Якутский филиал
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
1/VII 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Иванов, И. Г. Николаев, Якутско-Вилуйский угленосный район. Тр. Горно-геол. упр. ГУСМП, т. 10, 1941.
2. Ю. А. Жемчужников, Введение в петрографию углей. ОНТИ, 1934.
3. Ю. А. Жемчужников, Общая геология ископаемых углей. Углетехиздат, 1948.
4. А. И. Гинзбург, Петрографические разновидности гумусовых углей. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1951.
5. Н. М. Крылова, Оптические свойства гумусовых углей и метод определения степени углефикации по показателям преломления. Зап. Всес. мин. об-ва, т. XXXIII, № 1, 1954.

Н. А. ЛОГАЧЕВ

О СТРАТИГРАФИИ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЖГОРНЫХ ВПАДИН ПО ДАННЫМ ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА

(на примере впадин Прибайкалья)

Пыльцевой анализ как средство расчленения и корреляции фаунистически бедных или немых осадочных толщ начинает все шире использоваться в геологической практике последнего времени. Интересно вспомнить, что, возникнув вначале в виде вспомогательного метода изучения четвертичных торфяников, пыльцевой анализ применяется теперь ко всей той части геохронологической шкалы, в которой известны определяемые органические остатки, до верхнего протерозоя включительно [1]. У многих геологов, когда они имеют дело с палеонтологически неохарактеризованными толщами осадков, естественно возникает необходимость прибегать к помощи пыльцевого анализа, причем иногда создается впечатление о совершенстве этого метода, ведущее к некритическому использованию данных по ископаемой пыльце. С другой стороны, частым следствием такого безоговорочного использования метода является недоучет и умаление крайне важных для целей стратиграфии литологических, геохимических и структурных признаков.

Бесспорно, роль пыльцевого анализа в геологии континентальных отложений будет усиливаться, и это делает необходимым обсуждение в среде геологов достоинств и недостатков этого нового и важного метода стратиграфии. Ниже мы попытаемся рассмотреть отдельные моменты, которые отрицательно влияют на точность выводов и требуют учета при стратиграфических построениях на подобной основе применительно к условиям межгорных впадин.

Одно из слабых мест в пыльцевом анализе — неизученность влияния вертикальной зональности растительности на распределение пыльцы и характер пыльцевых спектров. Между тем, растительность и продуцируемые ею спектры являются прежде всего функцией климата и рельефа, причем с первым они находятся в прямой связи, со вторым — в косвенной. Влияние рельефа на распределение растительности и состав пыльцевых спектров различно на равнинах платформенного типа и в межгорных впадинах, окруженных хребтами. На обширных равнинах растительность и ее пыльцевые спектры* слабо подвержены влиянию вертикальной зональности, поэтому данные пыльцевого анализа позволяют здесь более или менее уверенно судить об эволюции климата и производить корреляции для какой-либо ограниченной территории, когда влиянием климатической (широтной) зональности можно пренебречь. Напротив, в обстановке межгорных впадин дифференциация флоры в зависимости от рельефа становится ведущим фактором в распределении главных типов растительных

* Здесь не ставится знака абсолютного равенства между пыльцевыми спектрами и составом растительности, хотя в условиях равнины пыльца адекватно отражает растительность, если удастся исключить влияние дальнего заноса пыльцы ветрами, водой, животными и т. д.

ассоциаций, поэтому субфоссильные и ископаемые пыльцевые комплексы являются в этих условиях в значительной мере функцией рельефа, а не только климата. В районах межгорных впадин растительные и ландшафтные зоны особенно резко очерчены. Набор растительных зон здесь в грубых чертах напоминает климатическую зональность, при этом части достаточно высоких хребтов заняты горно-тундровой растительностью. Естественно, что в ископаемом состоянии в соответствующих отложениях должны встречаться виды, роды и даже семейства растений, климатическая зона которых, как правило, смещена к северу.

Сложное ярусное распределение растительности в пределах межгорных кайнозойских впадин не могло не привести к тому, что пыльцевые спектры в отложениях внутренних полей впадин отразили не только господствовавшую в тот или иной момент климатическую обстановку, но и характер рельефа. В общем случае возможно грубое допущение следующего рода: при известном постоянстве климата представителей холодостойких растений в составе комплексов будет тем больше, чем выше горные хребты были подняты над днищем впадины. Иными словами, связь между ископаемыми комплексами пыльцы и конкретным развитием рельефа должна обязательно учитываться, ибо в противном случае возникает неверное представление об изменении только одного, климатического фактора.

Приведенный пример иллюстрирует лишь связь состава пыльцевых спектров с характером рельефа. Между тем, особо важное значение имеет распределение пыльцы в пространстве в зависимости от удаления мест ее захоронения от горного обрамления; неучет этого обстоятельства является, на наш взгляд, главной причиной тех помех и ошибок, которые иногда неизбежно возникают при анализе и сопоставлении отдельных разрезов по пыльцевым данным.

Автохтонные отпечатки флоры из угленосной свиты миоцена — нижнего плиоцена, начинающей разрез кайнозойской серии во впадинах Прибайкалья, указывают на господство внутри раннеогеновых котловин достаточно тепло- и влаголюбивой растительности с полным преобладанием в ее составе широколиственных древесных форм [2]. Очевидно, прав был И. В. Палибин, когда сопоставлял прибайкальскую третичную флору с олигоценовой флорой северной части тихоокеанского побережья. Но, как оказалось, такая растительность была типична лишь для днищ пологих раннеогеновых прогибов и не обнимала всего родового и экологического разнообразия флоры эпохи отложения угленосных осадков, поскольку в составе пыльцевых спектров наряду с пыльцой широколистного леса неизменно присутствует пыльца многих хвойных древесных пород, способных существовать при более низких годовых температурах, чем те, которые следовало ожидать, судя по отпечаткам флоры, произраставшей на озерно-болотных низинах внутри впадин. Дифференциация растительности, обнаруживаемая при сравнении пыльцевых спектров и автохтонных отпечатков была обусловлена неоднородностью рельефа, при этом холодостойкие и более ксерофитизированные растения (преимущественно хвойные) тяготели к хребтам, в то время довольно низким и плоским, а широколиственные леса, теплолюбивая кустарниковая растительность с примесью вечнозеленых форм (магнолии, ниссы, миртовых и др.) господствовали в основном на низких утепленных днищах обширных котловин, местами заболоченных.

Опытно-методическими исследованиями доказано, что пыльца широколиственных деревьев почти целиком оседает в пределах продуцирующего ее леса [3, 4]. Напротив, пыльца большинства хвойных при наличии воздушных мешочков способна переноситься ветром на огромные расстоя-

ния, превышающие в отдельных случаях 800—1000 км. Этим обстоятельством отчасти объясняется значительное понижение в субфоссильных спектрах концентрации пыльцы хвойных по отношению к пыльце широколиственных. Сказанное наглядно отражается в табл. 1, заимствованной из работы Р. В. Федоровой [4].

Таблица 1

Вид	Продуктивность за 50 лет в млн. пыльц. зерен (по данным В. П. Гричука и Е. Д. Заклянской)	Концентрация пыльцы в поверхностных пробах в единицах пыльц. зерен
<i>Pinus silvestris</i>	322750	41000—220000
<i>Quercus sessiliflora</i>	34410	8200—81300

Из таблицы видно, что 9-кратная разница в пыльцетворной способности видов хвойных и широколиственных растений перед захоронением нивелируется до 3—5-кратной.

Дифференциация неогеновой флоры в зависимости от рельефа и резко отличные миграционные свойства пыльцы широколиственных и хвойных растений позволяют считать, что при прочих равных условиях в одно-возрастном слое (или сумме таких слоев) термофильных широколиственных родов в пыльцевых спектрах будет меньше на краях впадины, чем в ее центральных частях, расположенных вдали от хребтов.

На составе пыльцевых спектров, кроме того, отражаются местные климатические особенности, создаваемые всей совокупностью локально действующих причин: характером поверхности, направлением ветров, экспозицией, степенью увлажнения и прогреваемости и т. п. Учесть эти факторы при пыльцевом анализе, в сущности, пока невозможно, хотя их влияние в общем невелико. Картина усложняется еще более, если иметь в виду, что отдельные роды растений обладают неодинаковой, иногда даже резко отличной пыльцетворной способностью, что между переносом пыльцы водой и атмосферой имеется принципиальная разница, которую редко удается заметить на ископаемых пыльцевых комплексах, что, наконец, пыльца неодинаково сохраняется в отложениях, а пыльца некоторых растений до сих пор не обнаружена в ископаемом состоянии [5]. Подвергаясь влиянию самых разнообразных агентов, ископаемые спорово-пыльцевые комплексы отложений межгорных впадин являются в конечном счете сложным, в известной степени осредненным продуктом многих преобразований, дающим обычно искаженное представление о характере материнской растительности.

Так как в процессе эволюции миоценовой флоры в Прибайкалье при постепенном похолодании климата широколиственная теплолюбивая растительность вытеснялась более холодостойкой хвойной, то в качестве главного признака относительного возраста отложений принималось соотношение пыльцы хвойных и широколиственных форм. При таком подходе периферические части какого-нибудь одновозрастного слоя (горизонта, свиты), обедненные пыльцой широколиственных пород, оказывались искусственно «омоложенными», ибо не учитывалась реально существующая неравномерность распределения пыльцы в пространстве.

Следовательно, корреляция удаленных разрезов в пределах межгорной впадины по данным пыльцевого анализа должна учитывать, во-первых, конкретное положение разрезов в структурах и, во-вторых, палеогеографическую обстановку эпохи осадконакопления. Стратиграфические, а

вслед за ними и тектонические построения без учета этих факторов приводят к неверным выводам.

Третье требование к корреляциям по данным пылевого анализа, особенно при региональных стратиграфических построениях, состоит в учете того очевидного положения, что флора раннего неогена не могла быть в каждый момент времени строго одинаковой на всей территории Прибайкалья. В ее составе несомненно имела дифференциация более общего характера, обусловленная скорее всего неоднородностью климатических условий на этой огромной территории.

На возможность изменений растительного покрова в третичных ботанико-географических провинциях Азиатского материка вполне определенно указал А. Н. Криштофович в последней своей работе [6]. Этот автор, чей авторитет в палеоботанике общезвестен, привел один очень любопытный пример ошибок из-за недооценки таких изменений. Признанному знатоку третичной флоры Освальду Гееру миоценовая флора во всем северном полушарии казалась одинаковой, поэтому флоры из разновозрастных отложений удаленных мест, если между ними имелось большое сходство, считались одновозрастными. В разряд миоценовых флор попало таким путем большинство нижнетретичных и даже часть верхнемеловых флор северных широт.*

Некоторую аналогию со сказанным можно видеть в миниатюре и на установлении возраста низов разреза кайнозойского выполнения Тункинской, Байкальской и Баргузинской впадин. Основой для «омолаживания» низов разреза Баргузинской впадины по сравнению с таковыми Тункинской и Южнобайкальской впадин служило то обстоятельство, что пылевые комплексы угленосной свиты Баргузинской впадины, лежащей, подобно другим впадинам, в основании разреза осадочной серии, отличаются меньшим содержанием пылцы широколиственного леса. Если в угленосной свите южных впадин (Тункинской и Южнобайкальской) обычно содержание пылцы широколиственных от 20 до 50%, то в соответствующих отложениях Баргузинской впадины, относившихся палинологами не совсем уверенно к среднему и даже верхнему плиоцену, содержание этих форм колеблется от 15 до 28%. Несмотря на различия количественных соотношений пылцы в спектрах сравниваемых впадин, качественный ее состав принципиально одинаков. Комплексы пылцы угленосной свиты Баргузинской впадины также характеризуются широким родовым богатством широколиственной древесной растительности и вкрапленностью субтропических вечнозеленых форм. Сюда входят *Juglans sp.* (орех), *Pterocarya sp.* (лапина), *Corylus sp.* (лещина), *Carpinus sp.* (граб), *Fagus sp.* (бук), *Quercus sp.* (дуб), *Ulmus sp.* (вяз), *Tilia sp.* (липа), *Acer sp.* (клен), *Castanea sp.* (каштан), *Alnus sp.* (ольха), *Rhus sp.* (сумах), *Ostrya sp.* (хмелеграб), *Moraceae* (тутовые), *Zelkova sp.* (дзельква), *Ilex sp.* (падуб), *Magnolia sp.* (магнолия).

Таким образом, несущественные количественные отличия пылевых комплексов, на которых утверждалась разновозрастность нижних членов серии кайнозойских отложений впадин и подкреплялась неверная, как теперь выяснилось, идея Н. В. Думитрашко о разновременности впадин Байкальской системы, более естественно могут быть выведены из условия, что древесная растительность не была одинаковой на всей территории Прибайкалья и на северо-востоке, в Баргузино-Витимском районе, хвойные в ее составе играли более видную роль. В объеме настоящей статьи невозможно остановиться на доказательстве одновозрастности угленосной

* Многие палеоботаники полагают, что основные семейства современной флоры уже образовались в конце мелового — начале третичного периодов.

свиты главных впадин Прибайкалья. Этому вопросу посвящена специальная работа.

Пылевые комплексы кайнозойских отложений Прибайкалья, отражая в общем виде изменение флоры с неогена, рисуют картину неуклонно убывающей роли термофильных широколиственных родов от основания к верхам разрезов. Для эволюции флоры на территории Прибайкалья было характерно медленное вытеснение из состава растительной формации представителей теплолюбивой флоры умеренного типа, не говоря уже о реликтах субтропической растительности, которые, быть может, в силу своей гибкости могли некоторое время удерживаться в составе миоценовой флоры. Этот медленно протекавший процесс в верхнем плиоцене был значительно ускорен мощными тектоническими движениями и усилившимся похолоданием климата и наконец резко оборван наступившим оледенением. Перед оледенением древесная растительность Прибайкалья, как считают многие исследователи, имела облик, близкий к современному, отличаясь лишь присутствием реликтов тсуги, лещины, вяза и дуба.

Хотя характер домиоценовой флоры остается неясным, тем не менее, опираясь на работы А. Н. Криштофовича и И. В. Палибина, можно предполагать, что перед неогеном на территории Прибайкалья сформировалась флора тургайского типа. В течение миоцена эта флора, будучи значительно обедненной в родовом отношении, могла удерживаться лишь в периметре пологосклонных котловин — прообразов впадин байкальского типа, поскольку сами котловины представляли благоприятные убежища для влаго- и теплолюбивых растений. Интересно, что некоторые реликты этой древесной флоры, например недавно описанные М. Г. Поповым *Mannagettaea* и *Megadenia* из Торской впадины, смогли здесь удержаться до настоящего времени. Это единственные растения, указывающие, по мнению М. Г. Попова, на флорогенетическое родство лесных флор Саянов и субтропической Юго-Восточной Азии [7].

Существенное изменение прибайкальской растительности в течение кайнозоя шло под влиянием общего похолодания и ослабления гумидных свойств климата. Довольно влажный умеренно теплый климат начала кайнозойского осадконакопления, когда еще существовали субтропические растения (миртовые, лавровые, магнолия, падуб, нисса), создавал условия для пышного развития растительности и угленакопления. Однако постепенное ухудшение климата, достигшее максимума в эпоху оледенения, привело не только к оттеснению теплолюбивой растительности в более низкие широты, но и к почти полной ликвидации ее очагов внутри межгорных впадин. Параллельно с изменением состава древесной растительности в сторону преобладания темнохвойной тайги и березово-сосновых комплексов в лесную зону Прибайкалья все более вторгались пришельцы забайкало-монгольских неогеновых саванн — травянистые и засухоустойчивые растения.

Итак, при расчленении кайнозойских отложений межгорных впадин Прибайкалья и корреляции разрезов, особенно удаленных друг от друга на большие расстояния, данные пылевого анализа, очевидно, не всегда могут служить опорными показателями относительного возраста отложений и непременно должны рассматриваться в свете конкретной геологической обстановки. Становится очевидным и то обстоятельство, что этот важный, а в некоторых условиях единственно возможный путь расчленения и оценки возраста отложений необходимо всемерно развивать и совершенствовать на основе проведения широких опытно-методических исследований в различных природных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. В. Тимофеев, Находки спор в кембрийских и докембрийских отложениях Восточной Сибири. ДАН СССР, т. 105, № 3, 1955.
2. И. В. Палибин, Третичная флора юго-восточного побережья Байкала и Тункинской котловины. Тр. Нефтяного геолразв. ин-та, сер. А, вып. 76, 1936.
3. Е. Д. Заклинская, Материалы к изучению состава современной растительности и ее спорово-пыльцевых спектров для целей биостратиграфии четвертичных отложений. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 127, геол. серия, № 48, 1951.
4. Р. В. Федорова, Количественные закономерности распространения пыльцы древесных пород воздушным путем. Тр. Ин-та геогр., АН СССР, Материалы по геоморф. и палеогеогр. СССР, т. 52, вып. 7, 1952.
5. В. П. Гричук, Е. Д. Заклинская, Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. Географиз. М., 1948.
6. А. Н. Криштофович, Развитие ботанико-географических областей северного полушария с начала третичного периода. Вопросы геологии Азии, вып. 2, 1955.
7. М. Г. Попов, Два новых для флоры СССР рода покрытосеменных растений — *Mannagettaea* Н. Smith. и *Megadenia* Max. Ботанич. материалы гербария, Бот. ин-та АН СССР, т. 16, 1954.

В. Н. ДАНИЛОВИЧ

О РАБОЧЕЙ КЛАССИФИКАЦИИ И ТЕРМИНОЛОГИИ
РАЗРЫВНЫХ СМЕЩЕНИЙ

Часть II.* Общая классификация срывов**

Как отмечалось в первой части статьи, общая рабочая классификация разрывных смещений, по нашему мнению, должна быть морфогенетической. В локальных проявлениях срывов часто нет материала, дающего возможность пользоваться такой классификацией. Поэтому она может иметь универсальное применение лишь для более или менее крупных срывов, которые отражаются геологическими картами и привлекают наибольшее внимание геологов. Для локальных же проявлений рекомендуется чисто морфологическая классификация, изложенная в I-й части статьи.

Рациональной основой общей классификации срывов могут служить физико-механические условия, в которых образуются разрывные смещения. Следует считать, что всякий срыв возникает и развивается в условиях ориентированного сжатия или растяжения.*** Это, в частности, относится и к срывам, созданным деформацией сдвига (в механическом смысле), так как в данном объеме земной коры, испытывающем такую деформацию, место образования срыва всегда может рассматриваться (в зависимости от конкретной обстановки) как область сжатия или растяжения. Поэтому выделение срывов, вызванных деформацией сдвига, предложенное В. В. Белоусовым [1, 2], нам кажется излишним, во всяком случае в элементарной рабочей классификации, которая здесь приводится. Эти соображения позволяют различать две основные генетические группы срывов: а) возникшие в условиях сжатия и б) возникшие в условиях растяжения.

Судить об условиях, в которых образовался срыв, мы можем по сопровождающим его продуктам дислокационного метаморфизма пород и по характеру сместителя. Как показывает опыт исследований, нередко такое суждение возможно лишь при более или менее значительном срыве, имеющем достаточные размеры, чтобы отражаться не только крупномасштабными, но и менее детальными картами. При этом в ряде случаев нельзя ограничиваться материалом, полученным на малом участке, например, в каком-нибудь одном разрезе поперек сместителя, а необходимо

* Печатается в порядке обсуждения. Часть I см. в № 11 нашего журнала.— Ред.

** Термин «срыв» предложен взамен неудачных, по мнению автора, терминов «разрывное смещение», «дизъюнктив», «параклаз» и пр. (см. I-ю часть статьи).

*** Говоря о сжатии или растяжении, мы имеем в виду воздействие сжимающей или растягивающей ориентированной силы. Поэтому сжатие и растяжение не нужно смешивать с сокращением и расширением (удлинением), которые нередко сопутствуют друг другу, будучи взаимно обусловленными, и при этом вызываются как сжатием, так и растяжением (например, сжатие в каком-либо направлении вызывает сокращение, в том же направлении и поперечное к нему расширение).

располагать результатами площадного изучения крыльев срыва. Пользуясь такими критериями для отнесения срывов к той или иной генетической группе, мы опираемся на конкретные структурные детали и петрографические данные, от которых общепринятая классификация разрывных смещений, как известно, совершенно оторвана.

С развитием сколько-нибудь значительного срыва в условиях сжатия связано образование милонитов* и катаклазитов или кристаллизационной сланцеватости. Последняя, по-видимому, сопровождается наиболее «глубинные» срывы, т. е. возникает при высокой пластичности пород, или же является результатом позднейшей перекристаллизации милонитов (разумеется, что здесь идет речь лишь о некоторых частных проявлениях кристаллизационной сланцеватости).

При развитии срывов в условиях растяжения упомянутые продукты дислокационного метаморфизма не возникают, или появляется беспорядочный катаклиз и грубое брекчирование; иногда при этом образуются зеркала скольжения. Последние, как известно, встречаются также в милонитах и катаклазитах, создаваемых сжатием, часто располагаясь в них внутри сплошной породы и обнаруживаясь при ее раскалывании (причем они нередко обуславливают распад породы на пластинчатые или линзовидные обломки). В отличие от этих зеркал, которые можно назвать внутренними, зеркала, образующиеся в условиях растяжения, обычно возникают лишь на поверхности сместителя или отдельных глыб, находящихся в его полости, и при искусственном раскалывании пород не проявляются; поэтому такие зеркала следует называть наружными. Очевидно, что они создаются трением между отдельными блоками при смещении крыльев срыва. В обстановке растяжения это трение сравнительно невелико, так как в основном обязано лишь силе тяжести. Поэтому оно обычно не может вызвать значительного изменения внутренней структуры блоков породы и сказывается преимущественно на их поверхности.

Условия, в которых возникает и развивается срыв, определяют и характер его сместителя. У срывов, образовавшихся при сжатии, сместитель обычно закрытый, иногда бывает заполнен глинистым, углистым или иным веществом, выжатым из крыльев [3, 4]. Милониты, или другие упоминавшиеся продукты дислокационного метаморфизма, в крыльях срыва наиболее интенсивно развиваются около сместителя. Иногда на нем встречается и макробрекчия из обломков пород, носящих следы некоторого «окатывания», связанных сингенетическим цементом; последний обычно состоит из милонитовой массы. В некоторых случаях сместитель представлен «зоной перехода» между крыльями, сложенной смешанными обломками их пород — брекчиями и макробрекчиями. В той или иной мере сместителю свойственна волнистая форма и общая кривизна; при их незначительном проявлении, а также на небольших участках, допустимо считать его в первом приближении плоским.

У срывов, развивавшихся в условиях растяжения, сместитель может содержать открытые полости, хотя бывает и закрытым во всех своих частях. Нередко он заполнен (целиком или частично) рыхлым скоплением угловатых обломков пород или брекчией. Последняя содержит эпигенетический цемент, обычно отложенный подземными водами (карбонатным, глинистым и прочим). На сместителе иногда местами встречаются тонкие

* Термином «милонит» мы обозначаем макробрекчии трения, обладающие флюидальной текстурой, возникшие из любых пород (не только из кристаллически-зернистых, как считают некоторые авторы, но и из осадочных). (См. подстрочное примечание в конце 1-й части статьи). Заметим, что в непосредственной близости от земной поверхности милониты не образуются, а обычно происходит лишь грубое брекчирование крыльев срыва.

примазки «тектонической глины», имеющей такое же происхождение, как и упоминавшиеся зеркала, возникающие в условиях растяжения. В некоторых случаях сместитель заполнен магматогенным материалом, очень редко — нормальноосадочным. По своей форме сместитель бывает плоским (в первом приближении), кривым или ломаным.

Каждая из упомянутых генетических групп срывов по своему происхождению непосредственно связана с другими структурными формами литосферы. В условиях сжатия срывы образуются преимущественно при развитии сплошной складчатой структуры. Они могут также возникать в результате роста изолированных складок (линейных и куполовидных) и сводовых поднятий — очевидно, лишь в тех частях этих структурных форм, которые испытывают сжатие (горизонтальное или вертикальное). Согласно существующим представлениям, сжатие, а следовательно, и срывы в условиях сжатия, могут быть и в некоторых частях флексур, хотя в целом при развитии флексуры в ней господствует растяжение.

Развитие срывов при растяжении связано с ростом сводовых поднятий и прогибов земной коры*, а также с формированием изолированных складок и флексур.

По отношению к перечисленным структурным формам срывы часто являются лишь деталями, но иногда оказываются образованиями одинакового с ними порядка или даже более крупного. Например, срыв нередко представляет только осложнение на фоне складки или флексуры, но может служить и равноправной с ними структурной формой (в некоторых случаях переходящей в пространстве в складку либо флексуру), а иногда сечет и смещает несколько складок в сплошной складчатой структуре, с которой он генетически связан.

Для выделения внутри каждой из упомянутых групп отдельных типов и их разновидностей необходимо применить и морфологические признаки. Опираясь на них, можно на современном уровне знаний различать четыре основных типа срывов, которые рационально называть надвигами, сдвигами, сбросами и раздвигами. Из этих терминов первые три являются общепринятыми. Их не нужно понимать в том чисто морфологическом смысле, возражения против которого приводились в 1-й части статьи. Вместе с многими современными геологами мы вкладываем в них иное, и при этом морфогенетическое, значение, которое ниже будет пояснено**. Термин «раздвиг» недавно предложен В. В. Белоусовым [1, 2].

Как показывает фактический материал, в условиях сжатия могут возникать два типа срывов — надвиги и сдвиги, а в условиях растяжения — также два типа — сбросы и раздвиги. Каждый из этих типов в свою очередь следует подразделять на разновидности.

Укажем признаки, которыми определяются названные типы, и отметим на основе имеющихся эмпирических данных свойства, показывающие различие и сходство в морфологических чертах разных типов.

Надвигами следует называть такие возникшие в условиях сжатия срывы, у которых либо общее положение сместителя и относительное перемещение крыльев горизонтальны, либо же это перемещение является поперечным или косым к общему простиранию сместителя. Если такая косая ориентировка резко выражена, т. е. разность между азимутом простирания сместителя и азимутом перемещения значительно отличается как от 90° , так и от 0° , то срыв можно именовать сдвиго-надвигом.

* В частности, таково, по-видимому, происхождение сбросов, возникающих в складчатых зонах после складкообразования (см. ниже).

** Для понятий, обозначаемых этими терминами, когда они употребляются в чисто морфологическом смысле, рекомендованы другие наименования, которые мы считаем более рациональными (см. 1-ю часть статьи).

Общее положение сместителя, а также его ориентировка на отдельных участках могут быть у надвига горизонтальными, наклонными и вертикальными. В частности, вертикальные надвиги иногда встречаются в прямых складках и вертикальными изредка бывают на ограниченных участках сместители некоторых крупных волнистых надвигов. Отметим, что понятие о вертикальных надвигах, непривычное для многих геологов, уже давно применяется отдельными исследователями и, в частности, приводится в «Методическом руководстве по геологической съемке и поискам» [5].

На геологической карте, при наличии складок, линии надвигов часто располагаются вдоль осей складок. Это относится не только к срывам, возникшим в процессе развития складок, но и к некоторым позднейшим надвигам, у последних такое расположение иногда обусловлено лишь анизотропией складчатой структуры, причем движение масс, создавшее надвиги, могло даже иметь иную общую ориентировку, чем движение при складчатости. Однако в ряде случаев линии надвигов в складчатой структуре не имеют такого закономерного расположения. Оно отсутствует у большинства позднейших надвигов, вызванных движением с иной ориентировкой, а иногда и у надвигов, сингенетичных со складчатостью (у последних — вследствие крупной волнистости или отдельных больших перегибов сместителя, а также в результате расчлененного рельефа при пологом сместителе).

Сместители надвигов в складчатой структуре часто бывают параллельными осевым поверхностям складок или падают в сторону падения осевых поверхностей, будучи либо круче, либо положе их.

Надвиги, не зависящие от сплошного складкообразования, встречаются сравнительно редко, в большинстве случаев они располагаются на крыльях или в подошве сводовых поднятий, с которыми, очевидно, они имеют генетическую связь (наглядные примеры такого расположения наблюдаются, в частности, на южной окраине Иркутского амфитеатра [4, 6]).

Как показывает большой фактический материал, развитие дислокационного метаморфизма, сопровождающего надвиги, обычно происходит в их активных крыльях гораздо интенсивнее, чем в пассивных.*

Это, в частности, показывают наблюдения над тектоническими покровами в Альпах [7 и др.] и ряд более поздних данных, приводимых О. О. Бахлюндом [8] по провинции Буэнос-Айрес, Н. И. Свистальским [9] и Н. П. Семеновым [10] по Кривому Рогу, В. П. Масловым и М. М. Лавровым [11] по истоку Ангары и многими другими исследователями (см. например сводку Е. А. Кузнецова [12]). К такому же заключению пришел и автор настоящей статьи в результате многолетнего исследования надвигов в Прибайкалье и Присаянье [3—6].

Преобладание продуктов дислокационного метаморфизма в активных крыльях надвигов отмечалось М. М. Тетяевым [13] в качестве общей закономерности. Хотя такую закономерность можно считать вполне установленной эмпирически, другие авторы, насколько нам известно, не уделяли ей достаточного внимания. Вероятно, это связано с тем, что на первый взгляд она кажется непонятной. В самом деле, трение между крыльями, вызывающее дислокационный метаморфизм, в каждый момент движения должно быть одинаковым в обоих крыльях на одной и той же точке сместителя. Поэтому, казалось бы, разница в интенсивности механических изменений пород обоих крыльев может обуславливаться лишь различием их механических свойств. Однако мы сплошь и рядом наблюдаем,

* См. подстрочные примечания выше, а также в конце 1-й части статьи.

что как раз наиболее прочные породы, часто слагающие перемещенное крыло надвига, например граниты или гнейсы, оказываются интенсивно милонитизированными, тогда как менее прочные породы пассивного крыла несут лишь слабые следы механического воздействия [3, 11], и в них иногда даже встречаются близ контакта в полной сохранности раковины и отпечатки растений [13]. По-видимому, обычное преобладание дислокационного метаморфизма в активном крыле надвига можно объяснить тем, что в наблюдаемых нами участках сместителя трение, которым вызывалось изменение пород, воздействовало на них в активном крыле дольше, чем в пассивном. Это показывают следующие соображения.

Обычно при изучении надвигов мы имеем дело со срывами, которые фиксируются геологической картой, а следовательно, обладают более или менее значительными размерами сместителя. Такой сместитель не мог одновременно возникнуть во всех своих частях. Образование сколько-нибудь значительного срыва, несомненно, начинается с его зарождения в пределах небольшого пространства, и в процессе развития надвига сместитель постепенно разрастается. Нужно полагать, что в подавляющем большинстве случаев путем такого разрастания срыв проникал в те места, где в дальнейшем он оказался доступным наблюдению. Следовательно, в этих местах срыва еще не было, когда он где-то зародился и его активное крыло начало свое движение. Поэтому наблюдаемые нами части активного крыла обычно возникали раньше тех частей пассивного крыла, с которыми они приведены в соприкосновение. Отсюда можно заключить, что эти части активного крыла подвергались более продолжительному трению, чем прилегающие к ним породы пассивного крыла.

Как следует из вышеизложенного, дислокационный метаморфизм, сопровождающий срывы, не только служит показателем условий, в которых они развивались, являющихся основой нашей классификации, но практически может быть использован и для выявления активного крыла надвига. Это имеет большое значение при том разделении надвигов, которое предлагается ниже.

Выделяя разновидности надвигов, удобно прежде всего различать нормальные надвиги, у которых активным является висящее крыло, и поддвиги — с активным лежащим крылом.* При таком подразделении мы получаем, помимо этих двух разновидностей, еще и третью, переходную между ними — вертикальные надвиги.

Параллельно с такой классификацией рационально пользоваться вторым подразделением: различать надвиги воздымавшиеся, активное крыло которых поднято, и погружавшиеся, у которых это крыло опущено.** При этом наряду с воздымавшимися и погружавшимися надвигами необходимо выделять и третью разновидность, промежуточную между ними — надвиги горизонтальные. Очевидно, что все разновидности первого подразделения могут быть воздымавшимися и погружавшимися, как и все разновидности второго подразделения — нормальными надвигами и поддвигами.

Нормальные надвиги и поддвиги обычно бывают воздымавшимися, реже — горизонтальными и еще реже — погружавшимися. Наиболее часто

* В случае, если перемещение испытывали оба крыла (например, у чешуйчатых надвигов — рис. 1), следует называть активным то из них, которое перемещалось интенсивнее (очевидно, что для него также должно быть характерным преобладание дислокационного метаморфизма).

** Если употреблять эти термины не в прошедшем, а в настоящем времени («воздымающиеся», «погружающиеся»), то они могут быть неверно поняты (как указание на воздымание или погружение сместителя в каком-либо направлении).

встречаются нормальные надвиги, значительно реже — вертикальные и очень редко — поддвиги. В частности последние, по-видимому, иногда присутствуют среди чешуйчатых надвигов (рис. 1), т. е. в группах надвигов, падающих в одинаковом направлении.

Заметим, что образование воздымавшегося поддвига сопровождается горизонтальным удлинением участка земной коры, сложенного его крыльями, поперек простирания сместителя. Поэтому воздымавшийся подвиг обычно именуется геологами «сбросом». Однако, в соответствии с основной нашей общей классификацией срывов, такое нарушение следует относить к типу надвигов, поскольку оно

возникло в условиях сжатия (о чем можно судить по характеру дислокационного метаморфизма). Очевидно, что это сжатие было вертикальным или наклонным. При такой его ориентировке в земной коре вполне возможно упомянутое горизонтальное удлинение (последнее при вертикальном сжатии может, например, иметь место в недрах сводового поднятия, растущего в результате вертикального давления).

Все перечисленные разновидности бывают либо отдельными срывами, либо же являются частями крупного, интенсивно волнистого надвига (рис.

Рис. 1. Чешуйчатые надвиги в поперечном разрезе (схема). Длины стрелок пропорциональны величинам перемещения чешуй; а и в — воздымавшиеся нормальные надвиги, б — воздымавшийся подвиг.

2*). В последнем случае, если нормальный надвиг на отдельных частях сместителя превращается в вертикальный или в подвиг (как показано на рис. 2), то по-видимому такая волнистость может быть первичной лишь при развитии надвига одновременно со складкообразованием.

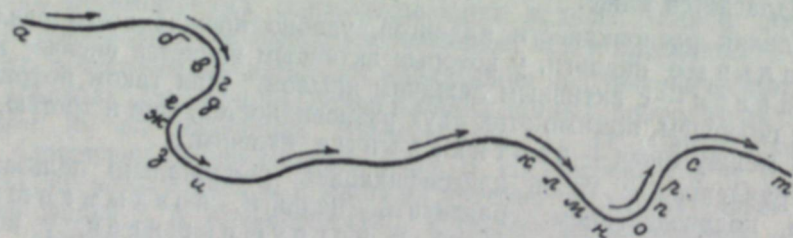


Рис. 2. Интенсивно волнистый надвиг в поперечном разрезе, представленный на разных участках сместителя различными разновидностями (схема).

На участках аг, жо, ст надвиг нормальный, являющийся на участках аб, ик, но ст воздымавшимся, на участках бв, зи, кл, ми горизонтальным и на участках вг, жз, лм погружавшимся. На участках ед и еж надвиг вертикальный погружавшийся, на участках ол и рс — вертикальный воздымавшийся. На участке де подвиг погружавшийся, на участке пр — подвиг воздымавшийся.

Несомненно, что расположение сместителя срыва иногда изменяется позднейшими дислокациями. Например, волнистость поверхности надвига бывает не только первичной, но в некоторых случаях и вторичной — результатом более поздней складчатости. Вследствие этого нормальный воздымавшийся или горизонтальный надвиг на отдельных участках может

* Надвиги со сложной волнистостью, схематически изображенной на рис. 2, встречаются весьма редко.

в дальнейшем стать погружавшимся, а при интенсивной сложной волнистости — вертикальным или даже поддвигом. Следовательно, иногда мы встречаемся с теми или иными разновидностями надвигов, имеющими вторичное происхождение, т. е. возникшими из других разновидностей вследствие изменения залегания сместителя. Разумеется, что, называя какую-либо разновидность надвига, упоминавшуюся выше, нужно вместе с этим отмечать и ее вторичное происхождение, если оно установлено.

При наличии более или менее горизонтальных (обычно волнистых) надвигов имеют место покровные структуры. Последние бывают региональными (широко распространены в Альпах) и локальными (например, в Забайкалье [14 и др.], на левобережье истока Ангары [3, 6, 11]). Надвиги, создающие региональные покровные структуры, именуются, как известно, шарьяжами.

Перейдем ко второму типу срывов, возникающих в условиях сжатия. Выше указывалось, что эти срывы следует называть сдвигами. Они характеризуются ориентировкой относительного перемещения крыльев, близкой к общему простиранию сместителя. Из такого определения следует, что сместитель сдвига не может быть горизонтальным; как показывает фактический материал наблюдений, он обычно является крутым или вертикальным.

Сдвиги иногда бывают генетически связаны со складками. В таком случае на геологической карте линии сдвигов располагаются диагонально (под углом 40—50°) к осям складок.

Как показывает детальное изучение структур рудных полей и месторождений, небольшие сдвиги встречаются довольно часто. Однако сдвиги со значительными размерами сместителя и заметной амплитудой перемещения обнаруживаются редко. Поэтому сдвиги лишь очень редко фиксируются региональной геологической картой, и при региональных съемках многие исследователи даже не различают их в качестве определенного типа разрывных смещений. Так, например, в уже упоминавшемся руководстве по геологической съемке [5] приводится разделение срывов лишь на сбросы и надвиги, а сдвиги совсем не упоминаются.

Как и надвиги, сдвиги могут сопровождаться продуктами дислокационного метаморфизма, возникшими в условиях сжатия. При этом, насколько нам известно, закономерного преобладания таких продуктов в активном крыле сдвига не установлено. Однако не исключено, что с дальнейшим накоплением фактического материала эта закономерность, свойственная надвигам, будет констатирована и для сдвигов.

Сколько-нибудь значительные сдвиги требуют для своего установления особо тщательной аргументации, будучи довольно редкими структурными формами и в большинстве случаев обладая на карте сходством со сбросами.

Сдвиги рационально подразделять на две разновидности [1, 2] — сдвиги правые и левые. Это деление основано на том, что любое крыло сдвига представляется смещенным либо вправо, либо влево, если смотреть на сместитель с другого крыла.

Тот небольшой фактический материал по срывам типа сдвигов, которым располагает современная геология, позволяет, насколько нам известно, считать, что в земной коре такие нарушения возникают практически лишь при ориентированном сжатии. Поэтому в предлагаемой рабочей классификации разрывы, перемещенные по их простиранию, не включены в группу срывов, происходящих в обстановке растяжения, хотя образование таких нарушений при этом теоретически возможно.

Обратимся к срывам, возникающим в условиях растяжения. Выше

было отмечено, что их можно разделить на два типа — сбросы и раздвиги. Сбросы, судя по имеющимся геологическим данным, бывают лишь сравнительно крутыми и вертикальными, характеризуясь при этом относительным перемещением крыльев, ориентированным поперек или косо к общему простиранию сместителя. Если косая ориентировка резко выражена, т. е. разность между азимутом простирания сместителя и азимутом перемещения значительно отличается как от 90° , так и от 0° , то срыв можно называть кососмещенным сбросом.

Сбросами нередко бывают нарушены складки. Поскольку сплошная складчатая структура создается в условиях сжатия, сбросы, очевидно, не могли образоваться в процессе ее развития и представляют позднейшие явления, не имеющие прямой генетической связи с формированием складок. По-видимому, вследствие этого наблюдается любая ориентировка сбрасывателей внутри сплошной складчатой структуры. На карте линии сбросов, в отличие от надвигов, нередко бывают поперечными по отношению к складкам, но иногда располагаются к ним также косо и параллельно, будучи в таких случаях сходными по своей ориентировке с другими типами срывов. Очевидно, что расположение сбросов поперек складок в значительной мере обязано поперечным трещинам, часто образующимся в складках.

Некоторые сбросы имеют прямую генетическую связь с флексурами. Последние, как известно, иногда переходят в сбросы и во времени и в пространстве (по своему простиранию или на глубине).

В изолированных складках, судя по имеющимся данным, сбросы могут возникать в процессе развития складок и позже. Следует полагать, что условия, в которых растут изолированные складки, вызывают в них одновременно растяжение и сжатие, локализованные в разных частях складки. В ее верхних слоях, представляющих зону растяжения, обстановка благоприятствует образованию трещин отрыва или скалывания [1, 2]. При дальнейшем росте складки по этим трещинам возможны сбросовые перемещения вследствие раскрытия трещин и оседания или выпирания вверх ограниченных ими блоков. По всей вероятности, такие сбросы могут возникнуть и развиваться одновременно с надвигами, образующимися иногда в более глубоких частях складки, где господствует сжатие (по-видимому, вертикальное). Условия, в которых развиваются трещины, благоприятствуют расположению большинства их концентрично и радиально, т. е. вдоль и поперек контуров складки. Этим определяется такая же преобладающая ориентировка сбросовых линий, часто наблюдающаяся внутри изолированных складок.

Так же обычно располагаются сбросы в крупных сводовых поднятиях и прогибах земной коры. По-видимому, при развитии этих структурных форм и изолированных складок условия для образования сбросов в них сходны. Однако нужно полагать, что при росте крупных прогибов иногда все их части находятся в состоянии растяжения, что исключает возможность возникновения надвигов.

Развитие сбросов в сплошной складчатой структуре и при этом частое расположение их поперек складок, по-видимому, в значительной мере определяется условиями их образования в сводовых поднятиях. Согласно современным представлениям [2], формирование складчатых зон складчатая структура образуется на фоне растущих антиклинорий, достигающих наибольшей высоты уже по окончании складчатости. Этим и обусловлено формирование, а следовательно, и расположение сбросов в складчатой зоне или ее части, находящихся в пределах такого сводового поднятия.

Сбросы удобно подразделять посредством чисто морфологических признаков на три разновидности: нормально падающие — сместитель которых падает в сторону крыла, перемещенного вниз, обращенные с падением сместителя в сторону крыла, перемещенного вверх*, и вертикальные — переходные между ними. Как известно, такое подразделение широко применяется геологами. При этом первая разновидность обычно именуется нормальными сбросами; однако мы считаем рациональнее называть их нормальнопадающими, так как в предлагаемой классификации термин «нормальный» употребляется в совершенно ином смысле (при обозначении одной из разновидностей надвигов — см. выше).

Наряду с упомянутым подразделением иногда можно различать сбросы погружавшиеся и воздымавшиеся, в зависимости от того, является ли активное крыло** опущенным или поднятым. Следует, однако, учитывать, что такие разновидности устанавливаются лишь в единичных случаях: например, при наличии горста мы, очевидно, имеем воздымавшиеся сбросы, а грабеном и овалом оседания определяются погружавшиеся сбросы. В большинстве же случаев такое подразделение практически неосуществимо из-за отсутствия данных, выявляющих активное крыло.

Упомянутые выше обращенные сбросы, как известно, часто называют взбросами. Это наименование употребляется и в ином, чисто морфологическом смысле, при котором оно охватывает не только обращенные сбросы, но и надвиги (обычно лишь крутые). Кроме того, термин «взброс» предлагается В. В. Белоусовым [1—2] для обозначения срывов, которые мы называем воздымавшимися сбросами. Вследствие столь различного понимания этого термина лучше совсем не употреблять его.

Раздвиги, представляющие собою второй тип срывов, возникающих в условиях растяжения, имеют, как и сбросы, широкое распространение. Однако большинство геологов пока еще не уделяет им должного внимания. Поскольку эти нарушения всегда вмещают магматические или иные тела, последние обычно привлекают основное внимание исследователей. При этом часто не учитывают, что помимо упомянутых тел здесь проявляются и срывы определенного типа.

Раздвиги являются срывами, у которых относительное перемещение крыльев ориентировано поперек или косо к поверхности сместителя. В соответствии с этим можно различать нормальные и косые раздвиги. При вертикальном или наклонном положении сместителя косые раздвиги в зависимости от ориентировки перемещения могут быть подразделены на сбросо-раздвиги и горизонтальносмещенные раздвиги.

По расположению сместителя и характеру тел, заполняющих его полость, удобно различать две основные разновидности раздвигов: а) вертикальные и наклонные — вмещают дайки и б) горизонтальные — вмещают силлы и лополиты.

Раздвиги обладают такой же связью с различными структурными формами земной коры, как и сбросы. По-видимому, образование раздвигов происходит одновременно с заполнением их посторонним материалом — магматогенным, а изредка и осадочным (песчаные и известняковые дайки). Роль раздвигов, как факторов, определяющих образование магматических и гидротермальных тел, очень велика. Однако нужно учитывать, что многие из этих тел образуются в связи со сбросами, а также возникают при позднейшем раздвигании сбросов, надвигов и сдвигов (см. ниже).

* Разумеется, что речь идет о перемещении вниз и вверх лишь относительно второго крыла.

** Если перемещались оба крыла, то активным нужно называть то из них, которое испытало наибольшее перемещение, как это уже отмечалось для надвигов.

Иногда обнаруживается изменение надвигов, сдвигов, сбросов и раздвигов в пространстве. Вследствие этого они в каком-либо направлении или в нескольких направлениях (например, по своему простиранию, падению, восстанию) оказываются ветвящимися, переходящими в зону рассеивания смещений, нарастающими либо затухающими (т. е. перемещение их крыльев увеличивается или уменьшается). Вследствие затухания в том или ином направлении относительное перемещение крыльев может в некотором месте уменьшиться до нуля, иначе говоря — срыв здесь исчезает.

В частности, крылья крупных надвигов нередко состоят из нескольких тектонических чешуй, являющихся результатом разветвления сместителя или его оперения производными срывами [6, 15]. Рассеивание смещений бывает представлено сланцеватостью или грубой трещиноватостью с дифференциальными перемещениями блоков пород. В зонах рассланцевания породы милонитизированы или превращены в кристаллические сланцы. Такая зона, как уже отмечалось, обычно охватывает в той или иной мере крылья более или менее значительных надвигов и сдвигов. При этом в некоторых случаях она продолжается по своему простиранию и там, где сместитель уже не прослеживается. Такие зоны бывают и самостоятельными структурными формами, не переходящими по простиранию в надвиги или сдвиги. Рассланцованные породы иногда обладают специфической складчатостью, обусловленной дифференциальными движениями, происходившими в зонах рассланцевания. Последние при этом обычно называются «зонами смятия» [16].

Иногда встречаются срывы, получившие наименование шарнирных; перемещение их крыльев может быть в первом приближении представлено как результат поворота вокруг некоторой оси, перпендикулярной сместителю. Если точка пересечения этой оси со сместителем лежит на уровне современной земной поверхности, то очевидно, что шарнирный срыв является сбросом или надвигом. Проследивая по земной поверхности линию выхода сместителя такого нарушения, мы обнаружим, что относительное перемещение крыльев по мере приближения к упомянутой точке уменьшается до нуля и при переходе через эту точку направление перемещения каждого крыла изменяется на обратное. Сложнее должен проявляться шарнирный срыв, у которого точка пересечения сместителя осью вращения находится ниже или выше современной земной поверхности. При проследивании линии выхода такого срыва последний окажется сбросом или надвигом, переходящим в одном из направлений по своему простиранию соответственно в кососмещенный сброс или сдвиг-надвиг и далее — в сдвиг, располагающийся непосредственно над или под упомянутой точкой пересечения. При дальнейшем проследивании линии срыва в том же направлении обнаружится изменение его типа в обратном порядке. Вращение, образующее шарнирные срывы, по-видимому, иногда сочетается с общим поступательным движением, создающим сбросы, надвиги и сдвиги.

Следует учитывать, что изложенные представления о шарнирных срывах и их проявлениях основаны главным образом на геометрических соображениях. В геологической литературе имеется очень мало сведений о таких нарушениях и, в частности, их характеристика в учебниках структурной геологии ограничивается элементарными моделями.

Надвиги, сдвиги, сбросы и раздвиги могут быть двукратными и многократными — если относительное перемещение крыльев возобновлялось один или несколько раз, сохраняя характер, определяющий тип срыва. При этом направление перемещения может изменяться и даже становиться обратным (последнее, по-видимому, практически свойственно лишь сбросам). Иногда срывы, развивающиеся в условиях сжатия или растя-

СХЕМА ЭЛЕМЕНТАРНОЙ MORFOГЕНЕТИЧЕСКОЙ

I группа

РАЗВИВАВШИЕСЯ В УСЛОВИЯХ СЖАТИЯ

Обычно сопровождаются катаклазитами, милонитами или кристаллизационной сланцеватостью. Сместитель закрытый, иногда заполненный глинистыми, углистыми и иными продуктами, могут встречаться макробрекчии из обломков пород, иногда в той или иной мере сглаженных связанным сингенетическим цементом, часто состоящим из милонитовой массы.

Форма сместителя характеризуется волнистостью и общей кривизной, проявленными в т. (незначительно).

Связаны с формированием сплошной складчатой структуры, изолированных складок и сводов

НАДВИГИ

Общее положение сместителя горизонтальное, наклонное, вертикальное; в последних двух случаях относительное перемещение крыльев ориентировано поперек или косо к общему простиранию сместителя (если косая ориентировка значительна, то срыв можно именовать сдвиг-надвигом).

На карте при наличии складок линии надвигов обычно располагаются вдоль осей складок. В случае крупной волнистости или отдельных больших перегибов сместителя, а также при расчлененном рельефе и пологом сместителе, линии надвигов бывают извилистыми. При этом их расположения вдоль осей складок часто не наблюдается. В наклонных складках сместители надвигов обычно падают в сторону падения осевых поверхностей складок.

Продукты дислокационного метаморфизма заметно преобладают в активном крыле надвига.

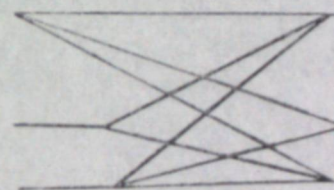
НОРМАЛЬНЫЕ НАДВИГИ*

Активно висячее крыло

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ НАДВИГИ*

ПОДДВИГИ*

Активно лежащее крыло



ВОЗДЫМАВШИЕСЯ*

Активное крыло поднято

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ*

ПОГРУЖАВШИЕСЯ*

Активное крыло опущено

По своему простиранию, падению и восстанию надвиги, сдвиги, сбросы и раздвиги иногда оказываются затухающими, нарастающими. Довольно редко встречаются шарнирные срывы (относительное перемещение крыльев). Групповые проявления: чешуйчатые надвиги, чешуйчатые сдвиги, веерообразные надвиги, ступенчатые. Иногда надвиги, сдвиги, сбросы и раздвиги бывают двукратными или многократными (если от одного срыва являются взаимно-наложенными надвигами и сдвигами или сбросами и раздвигами).

РАЗВИВАВШИЕСЯ

Изменения пород в крыльях и характер смещений. Связаны с формированием различных наложений.

РАЗДВИНУТЫЕ НАДВИГИ И СДВИГИ

Вмешают в своей полости магматогенные тела, не имеющие метасоматического происхождения, нормально-осадочным материалом.

Могут быть двукратными, многократными, а также взаимноналоженными.

Групповые проявления

* Линиями соединены разновидности, к которым может принадлежать один и тот же срыв.

РНОЙ MORFOГЕНЕТИЧЕСКОЙ РАБОЧЕЙ КЛАССИФИКАЦИИ И НОМЕНКЛАТУРЫ СРЫВОВ (РАЗРЫВНЫХ СМЕЩЕНИЙ)

АВШИЕСЯ В УСЛОВИЯХ СЖАТИЯ

ми или кристаллизационной сланцеватостью. тыми, углистыми и иными продуктами, выжатыми из крыльев. На нем да в той или иной мере сглаженных и закругленных («окатанных»), з милонитовой массы. и общей кривизной, проявленными в той или иной степени (иногда труктуры, изолированных складок и сводовых поднятий.

онное, вертикальное; в пос- ориентировано поперек или нентировка значительна, то ю располагаются вдоль осей льших перегибов сместителя, линии надвигов бывают из- азок часто не наблюдается. т в сторону падения осевых реобладают в активном кры-

- ВОЗДЫМАВШИЕСЯ*
Активное крыло поднято
- ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ*
Активное крыло опущено
- ПОГРУЖАВШИЕСЯ*
Активное крыло опущено

СДВИГИ

Общее положение сместителя вертикаль- ное или наклонное (обычно крутое), отно- сительное перемещение крыльев имеет ори- ентировку, близкую к общему простира- нию сместителя.

На карте при наличии складок, линии сдвигов обычно располагаются диагональ- но (под углом 40—50°) к осям складок.

Более или менее крупные сдвиги встре- чаются редко, по своему проявлению на карте бывают сходными со сбросами и по- этому требуют особо тщательной аргумен- тации.

ПРАВЫЕ

Любое крыло сдвига оказывается пере- мещенным вправо, если смотреть на сме- ститель с другого крыла.

ЛЕВЫЕ

Любое крыло сдвига оказывается пере- мещенным влево, если смотреть на сме- ститель с другого крыла.

II группа

РАЗВИВАВШИЕСЯ В УСЛОВИЯХ РАСТЯЖЕНИЯ

Дислокационного метаморфизма в крыльях не возникает (за исключением редких проявлений слабого катаклаза и грубого брекчирования).

Сместитель в отдельных своих частях представляет собой или открытую полость, или всюду закрыт, или заполнен (целиком либо частично) агломератом или брекчией с эпигенетическим цементом, либо магматогенным телом, в редких случаях — нормально-осадочным материалом.

Форма сместителя почти плоская, кривая или ломаная.

Связаны с формированием сводовых поднятий и прогибов земной коры, изолированных складок (куполовидных и линейных) и флексур.

СБРОСЫ

Общее положение сместителя вертикальное или наклонное (обычно крутое), от- носительное перемещение крыльев ориентировано поперек или косо к общему прости- ранию сместителя (если косая ориентировка значительна, то срыв можно именовать кососмещенным сбросом).

На карте при наличии складок линии сбросов часто имеют любое расположение. Их обычным критерием служит поперечная ориентировка относительно осей складок (в случае расположения линии сброса вдоль осей складок она на карте может быть не- отличимой от линии надвига, а при диагональном расположении складок — от линии сдвига).

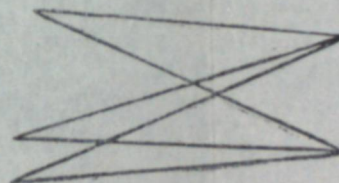
НОРМАЛЬНОПАДАЮЩИЕ*

Сместитель падает в сторону крыла, перемещенного вниз (относительно другого крыла)

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ*

ОБРАЩЕННЫЕ*

Сместитель падает в сторону крыла, перемещенного вверх (относительно другого крыла)



ПОГРУЖАВШИЕСЯ*

Активное крыло опущено

ВОЗДЫМАВШИЕСЯ*

Активное крыло поднято

РАЗДВИГИ

Общее положение сместителя вертикаль- ное, наклонное, горизонтальное, относи- тельное перемещение крыльев ориентирова- но к поверхности сместителя поперек (нормальные раздвиги) или косо (косые раздвиги — сбросо-раздвиги и горизонталь- но-смещенные раздвиги).

На карте при наличии складок, линии раздвигов имеют любое расположение, ча- сто сходное с расположением сбросов. Мар- кируются вмещаемыми телами — обычно магматогенными.

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ И НАКЛОННЫЕ

Вмещают дайки

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ

Вмещают силлы и лополиты

III группа

РАЗВИВАВШИЕСЯ В УСЛОВИЯХ СЖАТИЯ И РАСТЯЖЕНИЯ, СМЕНЯВШИХ ДРУГ ДРУГА

енения пород в крыльях и характер сместителя, присущие группам I и II, наблюдаются совместно. наны с формированием различных налагавшихся и сменявших друг друга во времени геологических структур.

ЫЕ НАДВИГИ И СДВИГИ

е имеющие метасоматического происхождения, в редких случаях заполнены взаимноналоженными.

СЛОЖНЫЕ РАЗЛОМЫ

В одни этапы своего развития срыв являлся сбросом, а в другие — надвигом или сдвигом. При значительном преобладании черт одного из этих типов соответственно различаются сложные разломы сбросового, надвигового и сдвигового типа.

Групповые проявления: преимущественно ступенчатые структуры, грабены, горсты, овалы оседания и поднятия.

может принадлежать один и тот же срыв.

жения, при повторных смещениях крыльев способны изменять свой тип, т. е. оказываются взаимно-наложенными надвигами и сдвигами*, либо сбросами и раздвигами.

Нередко надвиги, сдвиги и сбросы встречаются группами из двух и более срывов одинакового типа, закономерно расположенных по отношению друг к другу. Таковы, например, чешуйчатые надвиги, чешуйчатые сдвиги, веерообразные надвиги, ступенчатые сбросы, концентрические и радиальные сбросы, грабены, горсты, сбросовые овалы оседания и поднятия [2, 7, 13].

При классификации срывов нельзя ограничиваться их подразделением, приведенным выше, так как известны срывы, обладавшие сложным развитием, которое в разное время происходило в совершенно различных условиях. Поэтому, кроме двух рассмотренных генетических групп, необходимо выделить третью группу: она обнимает срывы, развивавшихся в условиях сжатия и растяжения, сменявших друг друга. Такие срывы обладают признаками, присущими как первой, так и второй генетическим группам, и, в частности, свойственные каждой из них характер сместителя и изменения пород в крыльях наблюдаются совместно, будучи при этом разновозрастными.

Сюда нужно отнести раздвинутые надвиги и сдвиги (вещающие в своей полости магматогенные тела, не имеющие метасоматического происхождения, в редких случаях — песчаные или известняковые дайки). Такие срывы могут быть двукратными, многократными, а также взаимно-наложенными надвигами, сдвигами и раздвигами.

К этой же группе должны быть отнесены сложные разломы. Не имея более удачного термина, мы предлагаем такое название для срывов, которые в одни этапы своего развития были сбросами, а в другие — надвигами или сдвигами. Если черты какого-либо одного из этих типов значительно преобладают, то такой срыв следует соответственно именовать сложным разломом сбросового либо надвигового, либо сдвигового типа. Иногда сложные разломы, а также раздвинутые надвиги и сдвиги образуют ступенчатые структуры, грабены, горсты и другие группы, упоминавшиеся выше.

Очевидно, что сложные разломы связаны с формированием различных налагающихся и сменявших друг друга во времени геологических структур. При этом, согласно современным представлениям, некоторые такие срывы служат важнейшими структурными элементами земной коры, существование которых не только находится в зависимости от развития других крупных структурных форм, но иногда является фактором, определяющим это развитие. Наиболее значительные сложные разломы представлены так называемыми глубинными разломами, известные примеры которых описаны на Урале и в Тяньшане [17], на Алтае [18], в Закавказье [19], в Восточной Сибири [20] и в других областях.

Иркутский
горнометаллургический институт

Поступила в редакцию
14/V 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Белоусов, Тектонические разрывы, их типы и механизм образования. Тр. ГЕОФИАН, № 17 [144], 1952.

* В частности, многократными взаимно-наложенными надвигами и сдвигами, по-видимому, являются крупные срывы, создавшие известные «зоны смятия» на Рудном Алтае [16].

2. В. В. Белоусов, Основные вопросы геотектоники. Госгеолтехиздат, 1954.
3. В. Н. Данилович, Новые данные об Ангарском надвиге. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1949.
4. В. Н. Данилович, Южная граница осадочных формаций Иркутского амфитеатра. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1951.
5. Методическое руководство по геологической съемке и поискам. Госгеолтехиздат, 1954.
6. В. Н. Данилович, Некоторые структурные элементы южной окраины Иркутского амфитеатра. Тр. Ирк. горно-мет. ин-та, вып. 10, 1956.
7. Э. Ог, Геология, т. 1. Под ред. А. П. Павлова, М., 1914.
8. О. О. Баклунд, О милонитах и тектонитах. Записки Рос. минер. об-ва, часть 52, 1924.
9. Н. И. Свистальский и др., Железорудное месторождение Кривого Рога. Тр. Всес. геол. разв. объедин., вып. 153, 1932.
10. Н. П. Семенов, Структура рудных полей Криворожских железорудных месторождений, т. 1. Изд. АН УССР, 1946.
11. В. Маслов и М. Лавров, Материалы к геологии истока р. Ангары. Тр. Всес. геолразв. объедин., вып. 298, 1933.
12. Е. А. Кузнецов, Деформация гранито-гнейсов и гранитов в милонитовых зонах. Вопросы петрографии и минералогии, т. 1, изд. АН СССР, 1953.
13. М. М. Тетяев, Основы геотектоники. I изд. ОНТИ, 1934, II изд. Госгеол-издат, 1941.
14. Б. А. Иванов, Новые данные о геологическом строении Восточного Забайкалья. Сов. геология, № 10, 1940.
15. А. Ирдли, Структурная геология Северной Америки. ИЛ, 1954.
16. Г. Д. Ажгирей, Структурная геология. Изд. Моск. ун-та, 1956.
17. А. В. Пейве, Глубинные разломы в геосинклинальных областях. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1945.
18. А. В. Кузнецов, Тектоника Западной Тувы на стыке с Горным Алтаем. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1948.
19. В. Е. Хаин, К вопросу о строении зоны контакта меловых и третичных образований Прикаспийско-Куринской нефтеносной полосы. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1945.
20. Н. А. Флоренсов, О роли разломов и прогибов в структуре впадин байкальского типа. Вопросы геологии Азии, т. 1, изд. АН СССР, 1954.

А. В. СЕРЕБРЯКОВА, П. А. ПАЗДНИКОВ

ХЛОРИРОВАНИЕ ОКИСИ МАГНИЯ В РАСПЛАВЕ ХЛОРИСТЫХ СОЛЕЙ

Процесс хлорирования окиси магния в расплаве хлористых солей осуществлен в промышленных масштабах под руководством инж. С. П. Солякова. Этот способ имеет ряд преимуществ перед хлорированием «сухой» шихты (большая производительность, меньший объем аппаратуры, исключается стадия приготовления брикетов). Опубликованные результаты исследований по хлорированию окислов металлов в основном относятся к процессу хлорирования «сухой» шихты, не смачиваемой расплавом [1—7]. Процесс же хлорирования окиси магния, находящейся во взвешенном состоянии в расплаве хлористых солей, изучен недостаточно.

Нами исследовалось влияние на процесс хлорирования окиси магния в расплавленном карналлите следующих факторов: температуры в интервале 600—900° С, содержания восстановителей (пекового кокса и окиси углерода), концентрации хлора в хлоровоздушной смеси (38—100% хлора), скорости подачи хлора (0,5—1,3 л/час), присутствия примесей Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 .

Условия опытов и методика

Окись магния получали прокаливанием углекислого магния HCl при 750° С. В качестве восстановителя применяли прокаленный пековый кокс или окись углерода, полученную при взаимодействии серной кислоты с муравьиной. Карналлит использовали промышленный, после обезвоживания в подовой печи. Состав его, по данным химического анализа, был следующий (в %): $MgCl_2$ — 50,4, MgO — 0,15, $KCl + NaCl$ — 48,90, Fe (общее количество в пересчете на Fe_2O_3) — 0,02, Al_2O_3 — 0,004, SiO_2 — 0,008, CaO — 0,0005.

Хлорирование осуществлялось в кварцевой пробирке с внутренним диаметром 20 мм и высотой 300 мм, которая помещалась в трубчатую печь. Хлор или хлоровоздушная смесь вводилась в расплав через фарфоровую трубочку (внутренний диаметр 1,2 мм), опущенную в расплав на 2—3 мм от дна пробирки. Температура поддерживалась с помощью терморегулятора $\pm 10^\circ C$ и замерялась непосредственно в расплаве. Отходящие газы анализировались в аппарате Орса, где обычная бюретка была заменена прокаленной, с ценой деления 0,2 мм. Скорость подачи хлора составляла 1,1—1,2 л/час. Для замера ее пользовались проградуированным по хлору реометром. Расход окиси углерода замерялся другим реометром, проградуированным по окиси углерода. Хлор и окись углерода смешивались в трубке до ввода их в расплав.

Во всех опытах навеска окиси магния составляла 4,0 г, карналлита — 90,0 г. Содержание пекового кокса при изучении его влияния на

скорость хлорирования менялось от 0,3 до 2,8%, во всех же других случаях бралась навеска пекового кокса в 1,67% от веса шихты.

В процессе хлорирования через определенные промежутки времени с помощью фарфоровой пипетки, без прекращения опыта, отбиралась проба расплава. Ввиду сильной гигроскопичности карналлита, отобранные пробы хранились в эксикаторе, а навески взвешивались в стеклянных бюксах.

Результаты опытов

Влияние температуры на скорость хлорирования окиси магния в расплаве хлористых солей изучалось в интервале 600—900°C при подаче газа, содержащего 99—100% хлора.

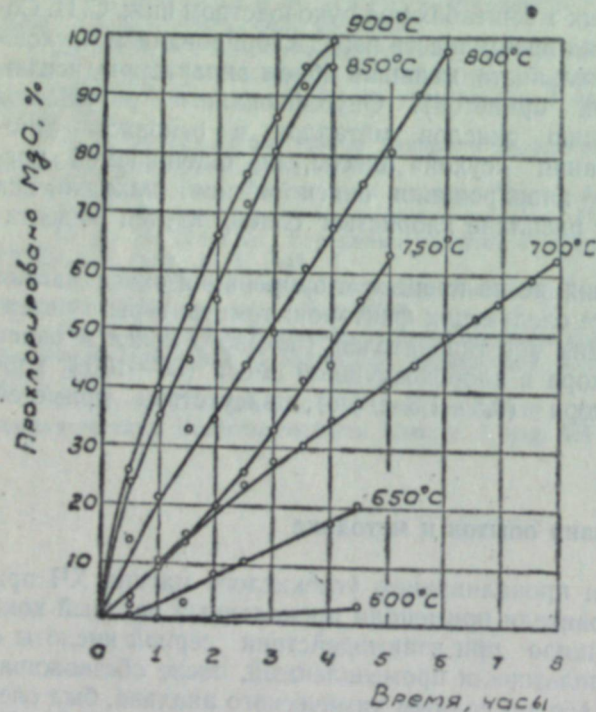


Рис. 1. Изменение количества прохлорированной окиси магния со временем при 600—900°C (хлорирование без восстановителя).

$\text{MgO} + \text{Cl}_2 = \text{MgCl}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$. С повышением температуры содержание кислорода в отходящих газах увеличивается с 10,0% при 700°C до 38,2% при 900°C (сравнивается при условии, когда прохлорировано одно и то же количество окиси магния от первоначально загруженных 4 г, а содержание хлора уменьшается). Соответственно возрастает степень использования хлора (с 17,3 до 60,0%).

Далее изучалась скорость хлорирования окиси магния в присутствии восстановителей: окиси углерода и пекового кокса.

В результате продувания смеси хлора с окисью углерода (55—57% хлора) через расплав карналлита со взвешенной в нем окисью магния установлено, что в этом случае при 650°C хлорирование окиси магния протекает с очень малой скоростью. При повышении температуры с 650 до 900°C скорость процесса заметно увеличивается (рис. 2). Однако можно

Результаты опытов (рис. 1) показали, что скорость хлорирования окиси магния, находящейся во взвешенном состоянии в расплавленном карналлите, без восстановителя при 600—650°C мала, но значительно возрастает при повышении температуры. Так, с повышением температуры с 700 до 900°C скорость процесса возросла примерно в 3 раза.

В ходе хлорирования количество окиси магния непрерывно уменьшается, а содержание в расплаве хлористого магния соответственно возрастает. При этом во всех случаях в отходящих газах имеется свободный кислород. Можно считать, что хлорирование без восстановителя идет по следующей результирующей реакции:

считать, что в интервале температур 650—900°C ускоряющего влияния на хлорирование окиси углерода не оказывает.

Добавление пекового кокса в расплав карналлита значительно (примерно в 2 раза) ускоряет процесс при температурах 600—700°C (рис. 3). Однако с дальнейшим повышением температуры (выше 700°C) разница в скоростях хлорирования без этого восстановителя и в присутствии его уменьшается, т. е. влияние пекового кокса с повышением температуры несколько снижается.

Таким образом, установлено, что повышение температуры является основным условием интенсификации процесса хлорирования окиси магния, независимо от того, производится ли этот процесс в присутствии восстановителя — окиси углерода или пекового кокса, или без восстановителей.

Полученные нами данные о скоростях процесса хлорирования при различных температурах использованы для построения графиков, где значения $\lg V$ отлагались по оси ординат $\frac{1}{T}$ — по оси абсцисс. При этом скорость хлорирования определялась тогда, когда было прохлорировано 25 или 50% от первоначально загруженных 4 г окиси магния, т. е. при соответственно одинаковых концентрациях окиси магния в расплаве.

На графиках экспериментальные точки удовлетворительно укладываются на прямую. Излома нет, хотя в исследуемом интервале температур продукт хлорирования — хлористый магний — из твердого состояния переходит в жидкое. Это указывает на протекание процесса в кинетической области.

Из полученных результатов следует, что скорость хлорирования окиси магния в расплаве находится в экспоненциальной зависимости от температуры.

По графику $\lg V = f\left(\frac{1}{T}\right)$ были вычислены угловые коэффициенты

$$A = \frac{\lg \frac{V_2}{V_1}}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)}. \text{ Определены также величины кажущейся энергии активации для реакции хлорирования окиси магния в расплаве. При прохлорировании 25\% окиси магния без восстановителя они составляют 15640 кал, в присутствии окиси углерода — 18340 кал, в присутствии пекового кокса — 13220 кал.}$$

Наименьшее значение энергии активации при использовании в качестве восстановителя пекового кокса указывает на более благоприятные условия хлорирования окиси магния в этих условиях.

Углерод в процессе хлорирования служит агентом, связывающим выделяющийся при прохождении реакции кислород. Так, при добавлении пекового кокса в количестве 0,3—0,6% от веса расплава содержание кислорода в отходящих газах соответственно снижается с 25% до 15%, а при содержании пекового кокса 1,67% и выше кислорода совсем не обнаруживалось. Добавка пекового кокса 0,3—2,08% от веса расплава при одном и том же количестве загружаемой окиси магния ведет к ускорению процесса хлорирования.

В интервале температур 600—700°C следовало бы ожидать наибольшую скорость хлорирования при пропускании через расплав окиси углерода, так как взаимодействие с кислородом должно проходить быстрее у углерода в газовой фазе, чем у твердого углерода. Однако результаты опытов показывают другое: скорость хлорирования при температуре

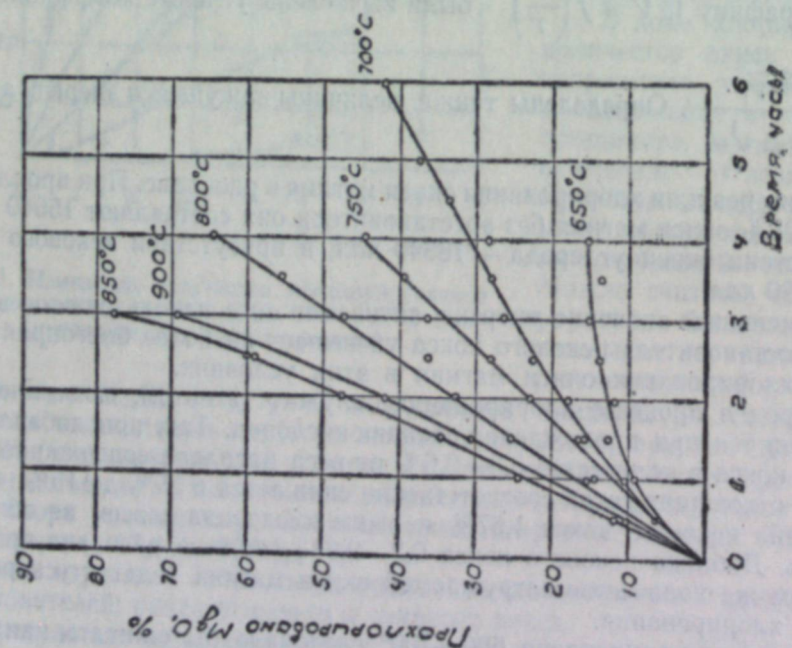


Рис. 2. Изменение количества прохлорированной окиси магния со временем в присутствии окиси углерода.

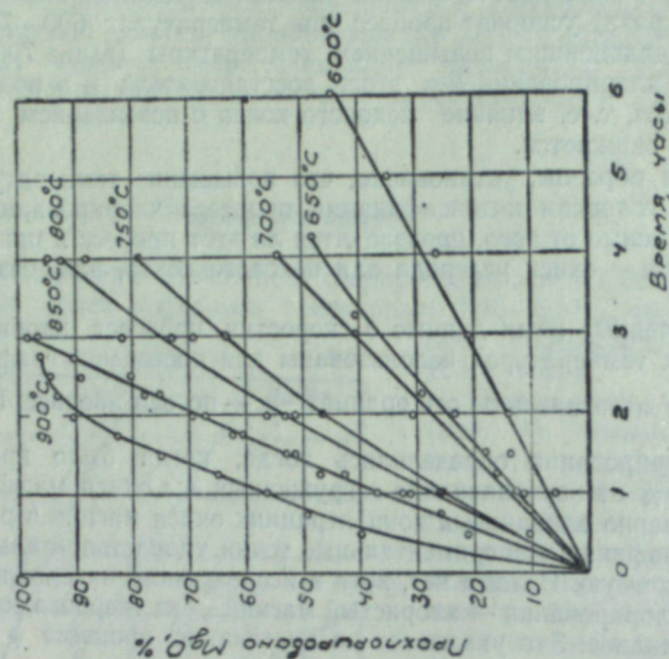


Рис. 3. Изменение количества прохлорированной окиси магния со временем в присутствии пекового кокса.

600—700° выше в присутствии пекового кокса, нежели при пропускании окиси углерода.

Опыты проводились при одной и той же скорости подачи хлора и при различных скоростях окиси углерода.

По-видимому, пековый кокс ускоряет процесс хлорирования окиси магния не только потому, что связывает кислород в CO и CO_2 , но одновременно является катализатором, ослабляющим внутримолекулярные связи хлора, адсорбированного на твердом углероде, и увеличивает концентрацию хлора в расплаве за счет его адсорбции.

Далее были проведены опыты хлорирования окиси магния при различной скорости подачи хлора, но с соблюдением всех других условий постоянными. Установлено, что с ее увеличением процесс хлорирования интенсифицируется (рис. 4).

Так, с возрастанием скорости подачи хлора от 0,5 до 1,1 л/час количество прохлорированной окиси магния увеличилось с 36 до 68,2% (на этом участке зависимость почти прямо пропорциональная). Однако при этом степень использования хлора снижается (в нашем примере с 88,5 до 76,2%). Степень использования хлора можно повысить, увеличив высоту расплава, так как при этом удлиняется время контакта реагирующих компонентов.

На практике было бы, вероятно, выгоднее работать с увеличенной подачей хлора. При установке нескольких последовательно соединенных агрегатов можно поднять их производительность и степень использования хлора.

В случае разбавления хлора воздухом процесс хлорирования замедляется. Скорость хлорирования окиси магния, находящейся во взвешенном состоянии в расплавленном карналлите, возрастает почти прямо пропорционально увеличению содержания хлора в хлоро-воздушной смеси (рис. 5). При повышении концентрации хлора в поступающем газе с 38,5 до 100% скорость процесса возрастает в 1,8 раза, но степень использования хлора при этом уменьшается с 100 до 68,8%.

В процессе хлорирования окиси магния в расплаве накапливается хлористый магний, и физико-химические свойства расплава поэтому меняются. Специально проведенные опыты хлорирования окиси магния при изменении содержания хлористого магния от 6,3 до 71% показали, что скорость хлорирования не зависит от концентрации хлористого магния в расплаве.

Для выяснения характера изменений, которые претерпевают в процессе хлорирования форма и величина частиц окиси магния, пробы отмытой окиси магния до опыта и после различного времени хлорирования

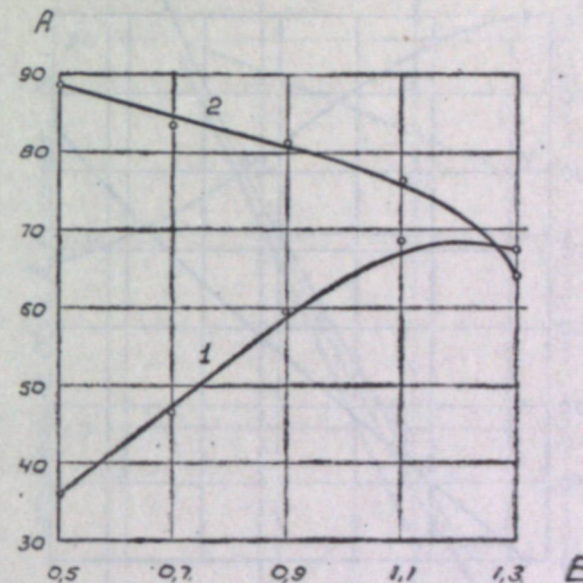


Рис. 4. Зависимость количества прохлорированной окиси магния и степени использования хлора от скорости его подачи.

А: 1 — количество прохлорированной окиси магния за 2 часа, %; 2 — использование хлора, %; В — скорость подачи хлора, л/час.

рассматривались под электронным микроскопом. Чтобы частички угля в расплаве не мешали наблюдениям, опыты проводились без восстановителя. При увеличении в 7000 раз установлено, что в процессе хлорирования частицы окиси магния уменьшаются в размерах, но поверхность их, из-за того, что она делается неровной (разъединенной), становится большей (на единицу объема). После прохлорирования 90% загруженной окиси магния в расплаве остается в основном мелкодисперсная окись магния с размерами частиц меньше десятой доли микрона. Образование такой тонкодисперсной окиси может быть одной из причин возникновения пассивирующей пленки на катоде

в случае употребления этого расплава в качестве электролита при электролитическом получении магния.

Значительный интерес для практики представляет изучение влияния на процесс хлорирования окиси магния, примесей природного магниевого сырья — окислов кальция, кремния, алюминия и железа.

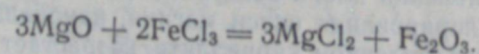
Предварительные термодинамические расчеты по известным исходным данным [8—11] показали, что:

а) взаимодействие окислов Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 , MgO , CaO с хлором в присутствии углерода термодинамически возможно даже при малых концентрациях хлора;

Рис. 5. Зависимость количества прохлорированной окиси магния и степени использования хлора от содержания хлора в хлоровоздушной смеси.

А: 1 — количество прохлорированной окиси магния за 3 часа, % 2 — использование хлора, %; В — содержание хлора в смеси, %.

б) термодинамически возможным является взаимодействие окиси магния с хлорным железом по реакции:



Это указывает на целесообразность исследования степени влияния названных примесей на процесс хлорирования окиси магния.

Влияние примесей изучалось по описанной выше методике при хлорировании окиси магния отдельно с каждым из окислов, которые осаждались непосредственно на ее поверхность.

Как показали опыты, хлорирование окислов алюминия и кремния происходит одновременно с хлорированием окиси магния. Содержание окислов в расплаве уменьшается со временем, что особенно заметно в первые часы хлорирования. Однако они хлорируются со значительно меньшими скоростями, чем окись магния. Таким образом, присутствие окислов алюминия и кремния положительного влияния на хлорирование окиси магния не оказывает, а приводит лишь к дополнительному расходу хлора и к загрязнению продуктов хлорирования.

Присутствие окиси железа повышает скорость хлорирования окиси магния. Это особенно ярко выражено при температурах 600—650° (рис. 6). Так, при содержании окиси железа в расплаве 0,4% скорость хлорирования окиси магния увеличивается почти в 6 раз и соответствует скорости ее хлорирования без окиси железа при температуре 850°. С уменьшением содержания окиси железа в расплаве скорость хлорирования окиси магния снижается.

Повышение температуры от 600 до 850° существенного влияния на скорость хлорирования окиси магния в присутствии окиси железа не оказывает.

Кривые изменения содержания окиси магния в расплаве в процессе хлорирования при температурах 600—850° почти совпадают (см. рис. 6, кривые 3 и 4).

Содержание железа в расплаве в процессе хлорирования почти не меняется, причем все железо находится в виде нерастворимого в расплаве окисла; хлорных соединений железа не появляется до тех пор, пока содержание окиси магния в расплаве не снизится менее 0,1%. Это можно объяснить тем, что возможна обменная реакция между образующимся хлорным железом и окисью магния. Однако ускорение процесса хлорирования окиси магния в присутствии окиси железа нельзя объяснить только обменной реакцией. Так, при 600° скорость хлорирования окиси железа очень мала, тогда как процесс хлорирования окиси магния в присутствии окиси железа проходит с большой скоростью.

Были проведены опыты хлорирования окиси магния в присутствии окиси железа как нанесенной на поверхность окиси магния, так и просто загруженной в расплав. Скорости хлорирования при этом были примерно одинаковыми. Следовательно, окись железа, находясь с окисью магния в непосредственном контакте, не оказывает влияния на изменение ее активности.

Поскольку повышенную скорость хлорирования окиси магния в присутствии окиси железа нельзя объяснить влиянием температуры, протеканием обменной реакции и изменением активности окиси магния при непосредственном ее контакте с окисью железа, предполагается, что окись железа является катализатором. Катализирующее влияние окиси железа может быть обусловлено адсорбцией на ее поверхности хлора, активность

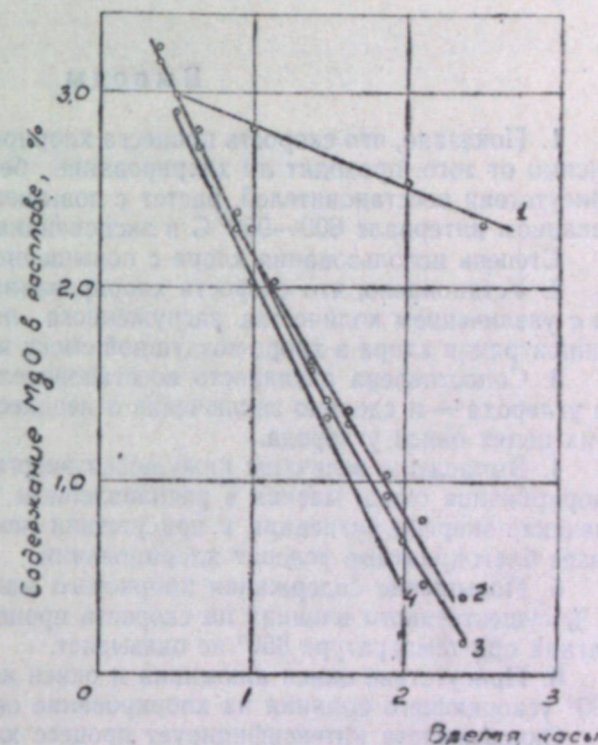


Рис. 6. Изменение содержания окиси магния в расплаве со временем хлорирования в присутствии окиси железа.

1 — хлорирование в присутствии окиси железа при 600°; 2 — хлорирование в присутствии окиси железа при 850°; 3 — хлорирование при содержании в расплаве 0,4% Fe_2O_3 при 600°; 4 — хлорирование при содержании в расплаве 0,4% Fe_2O_3 при 850°.

которого возрастает в результате ослабления внутримолекулярных его связей и взаимодействием растворенной окиси магния с адсорбированным хлором.

Физико-химические свойства окиси магния зависят от вида сырья, из которого она получается, и от технологии его переработки. Поскольку все вышеуказанные опыты были проведены с окисью магния, полученной прокаливанием углекислого магния, то важно было выяснить сравнительную хлорируемость окиси магния из шлама подовых печей. Соответствующие опыты показали, что скорость хлорирования окиси магния, полученной различными методами, практически одинакова.

Выводы

1. Показано, что скорость процесса хлорирования окиси магния, независимо от того, проходит ли хлорирование без восстановителя или в присутствии восстановителей, растет с повышением температуры в исследованном интервале 600—900° С в экспоненциальной от нее зависимости. Степень использования хлора с повышением температуры возрастает.
2. Установлено, что скорость хлорирования окиси магния повышается с увеличением количества загруженного пекового кокса, усилением концентрации хлора в хлоро-воздушной смеси и ускорением подачи хлора.
3. Сопоставлена активность восстановителей: пекового кокса и окиси углерода — и сделано заключение о нецелесообразности применения в этих целях окиси углерода.
4. Вычислены величины кажущейся энергии активации для реакции хлорирования окиси магния в расплавленном карналлите. Наименьшее значение энергии активации в присутствии пекового кокса указывает на более благоприятные условия хлорирования.
5. Повышение содержания хлористого магния в расплаве от 6,3 до 71% существенного влияния на скорость процесса хлорирования окиси магния при температуре 850° не оказывает.
6. Присутствие окиси алюминия и окиси кремния при температуре 850° ускоряющего влияния на хлорирование окиси магния не оказывает. Окись железа интенсифицирует процесс хлорирования окиси магния и, по-видимому, является катализатором.
7. В процессе хлорирования окиси магния происходит развитие поверхности ее частиц. После прохлорирования окиси магния на 90% в расплаве остаются мелкодисперсные частицы размером меньше десятой доли микрона.

Уральский филиал
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
8/VII 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. М. Чижиков, Хлорный метод переработки полиметаллических руд и концентратов, ОНТИ, 1936.
2. В. И. Спицын, О. М. Гвоздева, Хлорирование окислов и природных соединений. Изд. Ин-та прикладной химии, М., 1931.
3. А. А. Черепнев, Проблемы хлорирования в области редких и рассеянных элементов. Металлургиздат, М., 1940.
4. Х. Л. Стрелец, А. Ю. Тайц, Б. С. Гуляницкий, Металлургия магния. Металлургиздат, М., 1950.
5. А. М. Афанасьев, Тр. ВАМИ, вып. 11—12, 1935.
6. А. И. Беляев, Е. А. Жемчужина, Цв. металлы, № 1, 1956.

7. Э. И. Креч, ДАН СССР, т. 78, 1951.
8. «Термические константы неорганических веществ». Справочник под ред. Э. В. Брицке и А. Ф. Капустинского, АН СССР, 1949.
9. F. D. Richardson, J. E. Jeffes. Journ. of Iron a. Steel Institute, v. 160, 1948.
10. О. А. Есин, П. В. Гельд, Физическая химия пирометаллургических процессов, ч. 1. Metallurgizdat, 1950.
11. Н. Н. Kellogg. Journ. of Metals, 6, 1950.

Р. Д. ОБОЛЕНЦЕВ, Б. В. АНВАЗОВ

ХИМИЯ СЕРА-ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, ТИПА ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В НЕФТЯХ И НЕФТЕПРОДУКТАХ

СООБЩЕНИЕ II*. ИЗОТЕРМЫ АДсорбции НА СИЛИКАГЕЛЕ НЕКОТОРЫХ
МЕРКАПТАНОВ, ДИСУЛЬФИДОВ И СУЛЬФИДОВ

Вводные замечания

Адсорбции сера-органических соединений различными адсорбентами, особенно с целью очистки различных нефтепродуктов от этих соединений, посвящено много работ [1—17], но собственно хроматография этих соединений изучалась лишь немногими исследователями.

Постовский, Беднягина и Михайлова [18], подвергавшие хроматографическому разделению на силикагеле ишимбайскую и краснокамскую нефти, впервые указали на возможность хроматографического выделения из нефти сера-органических соединений. Дайнин и др. [19] в 1947 г. впервые выделили хроматографически диэтилсульфид из его искусственной смеси с толуолом и применили хроматографический метод для выделения концентратов, содержащих ароматические углеводороды и сера-органические соединения из керосиновых фракций сланцевых масел. Харсенец, Фидлер и Лаури [20] нашли условия хроматографического выделения на силикагеле различных групп сера-органических соединений из их искусственных растворов в углеводородах. Эти исследователи показали также, что алкилсульфиды можно отделить хроматографически от циклических сульфидов.

Кинней, Смит и Болл [21] хроматографической адсорбцией выделили из сланцевого масла концентрат, содержащий ароматические углеводороды и производные тиофена. Из этих концентратов ими было получено и идентифицировано свыше десяти производных тиофена. Арнольд и др. [22] показали, что смесь гексилмеркаптана, циклогексилмеркаптана и тиофенола может быть хроматографически на силикагеле разделена на составляющие ее компоненты. Найденные авторами условия выделения этих меркаптанов из их растворов в углеводородах позволили им выделить циклогексилмеркаптан из виргинской нефти. Ремптон [23] описал опыты, в результате которых из дистиллятов нефтей Среднего Востока были хроматографически выделены концентраты, содержащие до 75% сера-органических соединений. Хопкинс и Смит [24] применили хроматографический метод для извлечения из нефтяных дистиллятов меркаптанов. Карр и др. [25] подвергли хроматографическому анализу сырые нефти, в результате чего были получены концентраты сера-органических соединений. Это исследование кладет начало выделению сера-органических соединений, содержащихся в нефтях, без их предварительного нагревания и, следовательно, без риска их термического из-

менения. Недавно Томпсоном и др. [26] выделено сорок три сера-органических соединения из бензинового дистиллята. Составной частью этого исследования было хроматографическое получение концентратов сера-органических соединений. Опубликованы [27] результаты опытов по хроматографическому разделению изомеров сера-органических соединений общей формулы $C_8H_{18}S$.

Как видно из сказанного, хроматографический метод начал применяться для исследования сера-органических соединений, содержащихся в нефтях и нефтепродуктах. Однако в литературе нет сведений о систематическом изучении адсорбционных свойств сера-органических соединений и теоретическом обосновании условий их хроматографического разделения. В предпринятой нами работе мы поставили себе задачу отчасти восполнить этот пробел.

Экспериментальная часть

Все необходимые для изучения изотерм адсорбции сера-органические соединения были синтезированы в отделе химии Башкирского филиала АН СССР [28]. Изотермы адсорбции строились по экспериментальным данным, которые получались методом встряхивания адсорбента с раствором исследуемого вещества (статический метод) и фронтальным хроматографическим методом. Адсорбентом во всех опытах служил силикагель марки МСМ Восхимкомбината, предварительно измельченный, просеянный до величины зерна 0,25—0,50 мм, многократно промытый горячей водой и просушенный в течение 6 часов при 50—60° и 6 часов при 150—160°. Растворителем был взят технический изобоктан (фракция 100—120°). Температура во всех опытах поддерживалась постоянной и была равна $22,5^\circ \pm 0,2^\circ$. О концентрации сера-органических соединений в растворах как до адсорбции, так и после, судили по общей сере, определяемой ламповым способом. Концентрация растворов ароматических углеводородов и ацетона, изотермы адсорбции которых также изучались нами, определялась рефрактометрически. Были испытаны растворы следующих веществ: меркаптанов: бутил-, гептил-, октил-, нонил-, бензил-, тиофенола и о-тиокрезола; дисульфидов: -ди-н-пропил-, ди-н-бутил-, ди-изоамил-, дифенил- и дибензил-; сульфидов: -ди-н-бутил-, -диизобутил-, н-бутил-изоамил-, ди-изоамил-, н-пропил-н-нонил-, 2, 5, 7, 10-тетраметил-, 6-тиаундекан, 5, 7-дипропил-6-тиаундекан, метил-бензил-, н-бутил-бензил-, дифенил-, 1, 3-диметил-1- (фенилтио) бутан; дибензил-; элементарной серы, бензола, толуола, нафталина, α -метилнафталина и ацетона.

Для определения величины адсорбции статическим методом были составлены растворы исследуемого вещества в техническом изобоктане различной концентрации. Перед началом опыта по 10 мл каждого раствора вливалось в стеклянные пробирки емкостью 25 мл, в которые предварительно помещалось по 1 г силикагеля. После заполнения раствором и адсорбентом пробирки запаивались и помещались в водяной термостат, установленный в машине для встряхивания. Специальными опытами было определено, что четырехчасового встряхивания достаточно для установления адсорбционного равновесия. Поэтому время адсорбции во всех опытах было равно четырем часам. После встряхивания пробирки вскрывались, и их содержимое после освобождения от силикагеля анализировалось. Для определения удельной адсорбции производилось вычитание величины концентрации исследуемого вещества в растворе после встряхивания из значения концентрации того же вещества в растворе до встряхивания; полученная разность делилась на вес адсорбента и умножалась на объем раствора, контактировавшего с адсорбентом.

* Сообщение I см. в № 10 нашего журнала (Ред.).

Для построения изотерм адсорбции по оси абсцисс откладывались в мМ/л значения концентрации исследуемого вещества в растворе после встряхивания (равновесная концентрация), а по оси ординат — соответствующие им значения удельной адсорбции в мМ/г .

В опытах, проведенных фронтальным хроматографическим методом,

применялись заполненные силикагелем стеклянные адсорбционные колонки диаметром 10 мм и длиной 500 мм. При засыпке колонок силикагелем особое внимание обращалось на плотность их заполнения адсорбентом. После заполнения колонок силикагелем, последний насыщался изоктаном, служившим растворителем. После насыщения силикагеля изоктаном, в колонки подавался исследуемый раствор данной концентрации. Вытекающий из колонок раствор собирался в пробирки, отградуированные по 1 мл. Пропускание раствора прекращалось, когда концентрация вытекающего раствора становилась равной исходной концентрации исследуемого. По данным анализа порций хроматографических фильтратов, собранных по 1 мл, строились графики, на оси абсцисс которых откладывались значения объемов хроматографических фильтратов в мл, а по оси ординат — концентрация исследуемого вещества в хроматографических фильтратах в мМ/л . При помощи этих графиков устанавливалась соответствующая данной концентрации раствора величина удерживаемого объема, а из величины удерживаемого объема определялась величина удельной адсорбции по формуле (1):

$$a = v \cdot c, \quad (1)$$

где a — удельная адсорбция, v — удельный удерживаемый объем, c — исходная концентрация вещества в растворе.

Экспериментальные значения, полученные для одного и того же вещества двумя различными способами — статическим и фронтальным, — удовлетворительно совпадали между собой. В связи с относительно боль-

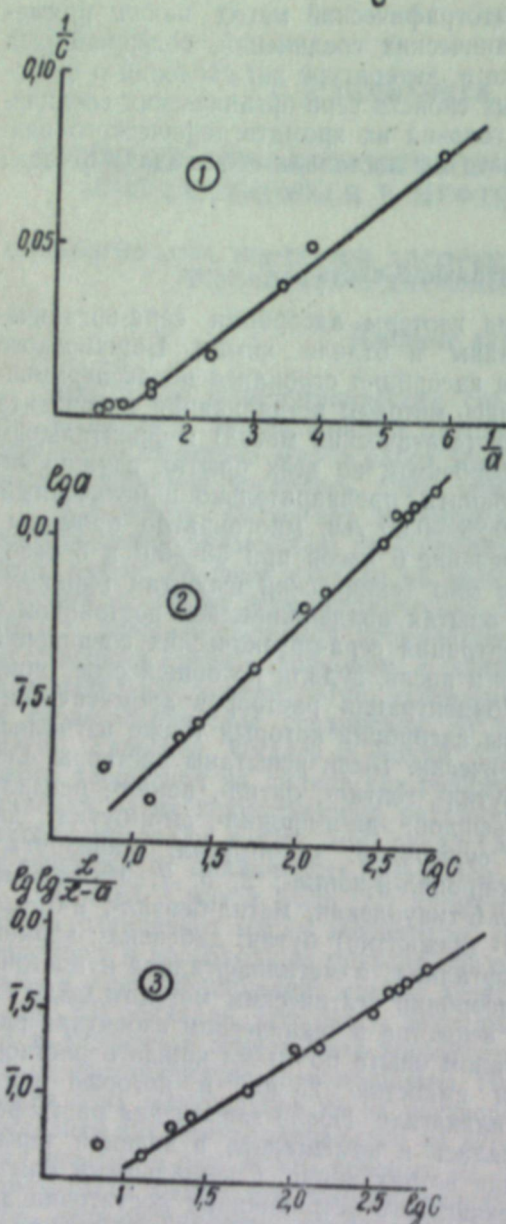


Рис. 1. Изотерма адсорбции бензилмеркаптана в координатах:

1. $\frac{1}{a} \cdot \frac{1}{c}$ 2. $\lg c, \lg a$, 3. $\lg c, \lg \frac{L}{L-a}$.

шим расходом вещества, необходимого для изучения адсорбции фронтальным методом, основную часть опытов мы провели статическим методом.

При обработке экспериментальных данных мы попытались определить, насколько полно полученные нами экспериментальные изотермы ад-

сорбции описываются широко применяющимися уравнениями изотерм адсорбции Лангмюра и Фрейндлиха. С этой целью по экспериментальным данным были построены изотермы адсорбции в координатах $\left(\frac{1}{a}, \frac{1}{c}\right)$ и

$(\lg c, \lg a)$. Для примера такие изотермы адсорбции, полученные для растворов бензилмеркаптана и диизобутилсульфида, приведены на рис. 1 и 2 (прямые 1 и 2). Как видно из приведенных прямых, наши экспериментальные точки удовлетворительно ложатся на прямую, соответствующую уравнению Фрейндлиха (прямые 2), и не ложатся на прямую, соответствующую уравнению Лангмюра (прямые 1). Детальное изучение изотерм адсорбции всех исследованных нами соединений показало, что уравнение Фрейндлиха достаточно полно описывает экспериментальные данные только в области средних концентраций (в наших опытах от 20 мМ/л до 600 мМ/л). В области очень малых концентраций, а также для концентраций, превышающих 600 мМ/л , это уравнение не удовлетворяет экспериментальным данным. Уравнение Лангмюра в еще меньшей степени описывает экспериментальные данные. Оно может быть удовлетворительно применено только в узкой области сравнительно малых концентраций (в наших опытах от 20 мМ/л до 100 мМ/л). Для растворов, имеющих концентрацию выше 100 мМ/л , это уравнение дает весьма заниженные

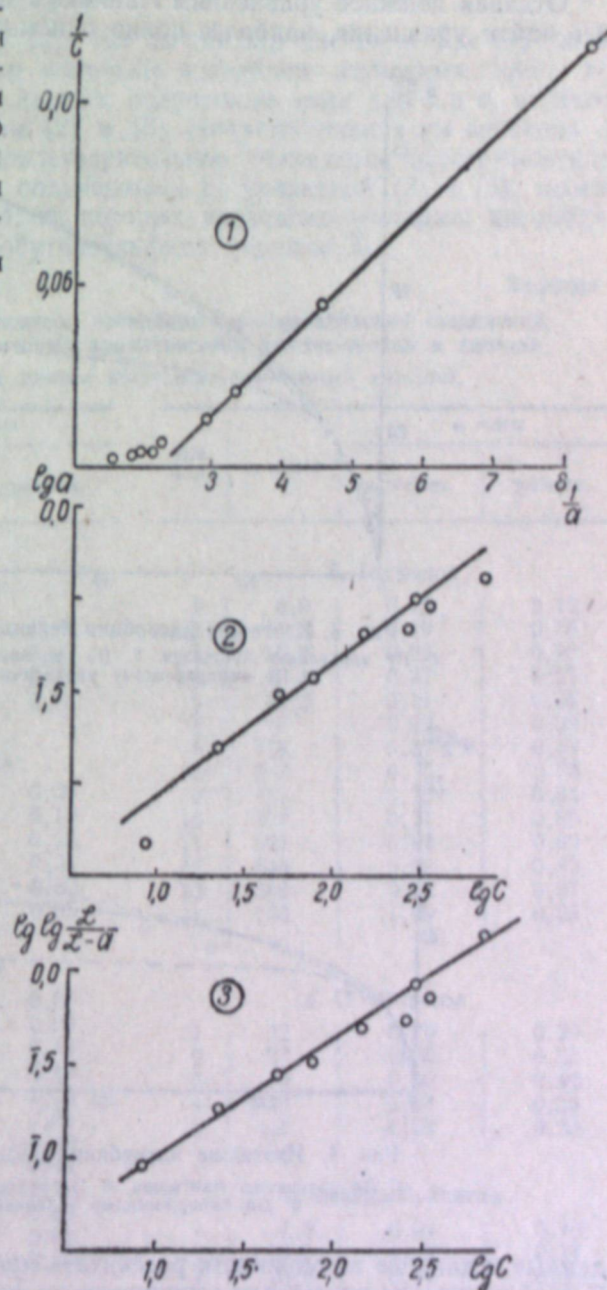


Рис. 2. Изотерма адсорбции диизобутилсульфида в координатах:

1. $\frac{1}{a} \cdot \frac{1}{c}$ 2. $\lg c, \lg a$, 3. $\lg c, \lg \frac{L}{L-a}$.

величины удельной адсорбции. Для иллюстрации сказанного на рис. 3 и 4 мы приводим изотермы адсорбции Лангмюра (кривая 1) и Фрейндлиха (кривая 2), вычисленные для растворов бензилмеркаптана и диизобутилсульфида.

Отдавая должное уравнениям Лангмюра и Фрейндлиха, мы попытались найти уравнение, наиболее полно описывающее экспериментальные

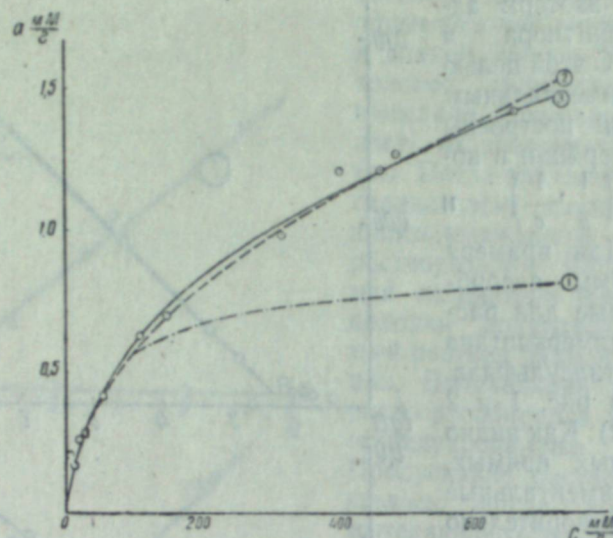


Рис. 3. Изотермы адсорбции бензилмеркаптана:
1. По уравнению Лангмюра. 2. По уравнению Фрейндлиха.
3. По эмпирическому уравнению (2).

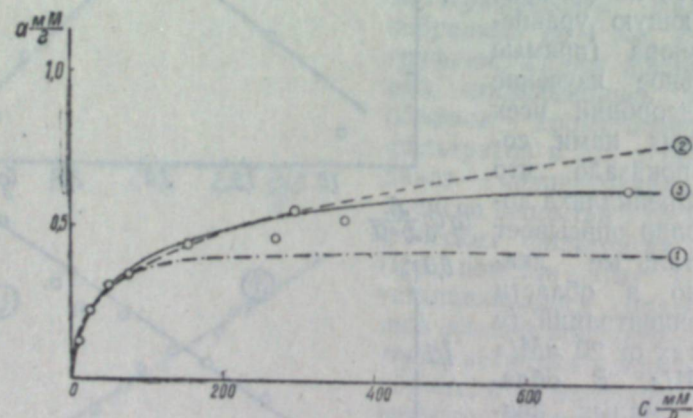


Рис. 4. Изотермы адсорбции диизобутилсульфида:
1. По уравнению Лангмюра. 2. По уравнению Фрейндлиха.
3. По эмпирическому уравнению (2).

данные и дающее возможность рассчитать предел насыщения адсорбента. С этой целью мы применили эмпирическую формулу [29]:

$$a = L(1 - e^{-\alpha c^\beta}), \quad (2)$$

где L — предельное значение величины удельной адсорбции, α и β — параметры.

Предел насыщения адсорбента L в этом уравнении можно определить из данных опыта, а параметры α и β — вычислить или определить гра-

фически. Для проверки применимости этого уравнения к аналитическому описанию опытных данных, мы преобразовали его в линейное.

$$\lg \lg \frac{L}{L-a} = \lg 0,43 + \lg \alpha + \beta \lg c. \quad (3)$$

Пользуясь уравнением (3), мы вычислили значения L , α и β и по этим значениям рассчитали изотермы адсорбции изученных нами веществ. Экспериментальные данные, полученные нами для c и a , а также вычисленные по уравнениям (2) и (3) соответствующие им значения a , приведены в табл. 1. Удовлетворительное совпадение экспериментальных данных с расчетными, полученными из уравнений (2) и (3), можно также видеть из рис. 1—4, на которых приведены изотермы адсорбции бензилмеркаптана и диизобутилсульфида (кривые 3).

Таблица 1

Данные для построения изотерм адсорбции сера-органических соединений, элементарной серы, некоторых ароматических углеводородов и ацетона
(Звездочкой отмечены данные, полученные фронтальным методом).

№№ п. п.	с, мм/л	а, мм/г		№№ п. п.	с, мм/л	а, мм/г	
		эксперим.	расчетн.			эксперим.	расчетн.
I. Меркаптаны				5. Тиофенол			
1. Н-бутилмеркаптан							
1	840	0,84	0,84	1	8,0	0,15	0,12
2	567	0,83	0,82	2	11,2	0,19	0,16
3	106	0,40	0,42	3	26,8	0,23	0,23
4	17	0,11	0,11	4	40,8	0,27	0,27
2. Н-гептилмеркаптан				5	49,3	0,31	0,31
1	17	0,05	0,05	6	60	0,32	0,32
2	35	0,10	0,10	7	174	0,57	0,57
3	88	0,22	0,22	8	37	0,75	0,73
4	165	0,30	0,34	9	473	0,75	0,84
5	305	0,50	0,52	10	477	0,71	0,85
6	560	0,70	0,65	11	542	0,94	0,89
3. Н-октилмеркаптан				12	548	0,88	0,89
1	9,0	0,058	0,05	13	588	0,92	0,91
2	15,5	0,125	0,09	14	733	1,09	0,98
3	28	0,14	0,14	6. О-тиокрезол			
4	48	0,19	0,19	1	22	0,20	0,20
5	71	0,27	0,25	2	27	0,23	0,23
6	73	0,25	0,25	3	60	0,40	0,40
7	160	0,35	0,42	4	130	0,63	0,59
8	170	0,38	0,44	5	425	0,93	0,93
9	315	0,57	0,58	7. Бензилмеркаптан			
10	332	0,46	0,60	1	7,0	0,21	0,10
11	588	0,69	0,69	2	13,0	0,17	0,17
12	630	0,70	0,70	3	20,0	0,26	0,26
4. Н-нонилмеркаптан				4	25,6	0,29	0,29
1	15,5	0,10	0,12	5	56,0	0,42	0,44
2	32,5	0,22	0,22	6	110	0,63	0,63
3	90	0,46	0,39	7	150	0,70	0,72
4	187	0,54	0,54	8	322	0,98	1,02
5	202	0,48	0,55	9	410	1,20	1,14
6	358	0,64	0,65	10	470	1,20	1,20
7	663	0,74	0,73	11	497	1,26	1,22
				12	673	1,40	1,40

Продолжение табл. 1

№№ п. п.	с, мм/л	а, мм/г		№№ п. п.	с, мм/л	а, мм/г	
		эксперим.	расчетн.			эксперим.	расчетн.
II. Дисульфиды				2. Диизобутилсульфид			
1. Ди-н-пропилдисульфид				1	8,8	0,12	0,12
1	35,9	0,145	0,14	2	22,7	0,22	0,22
2	65	0,19	0,19	3	50	0,30	0,30
3	354	0,43	0,43	4*	78	0,34	0,35
4	354	0,43	0,43	5*	153	0,44	0,45
5	628	0,55	0,55	6	269	0,46	0,53
2. Ди-н-бутилдисульфид				7	296	0,55	0,55
1	4,7	0,06	0,06	8	361	0,52	0,57
2	11,8	0,09	0,09	9	725	0,63	0,63
3	27,6	0,14	0,17	3. Н-Бутилизоамилсульфид			
4	28,2	0,18	0,18	1	2,0	0,10	0,10
5	62	0,23	0,26	2	2,5	0,10	0,10
6	286	0,51	0,51	3	6,0	0,14	0,14
7	288	0,49	0,51	4*	74,5	0,27	0,34
8	448	0,60	0,60	5*	164	0,43	0,43
9	533	0,67	0,64	6	195	0,49	0,46
3. Диизоамилдисульфид				7	199	0,45	0,47
1	3,6	0,08	0,08	8*	339	0,55	0,55
2	9,9	0,125	0,125	9	426	0,57	0,58
3	21	0,22	0,19	10*	690	0,69	0,64
4	58	0,28	0,29	4. Диизоамилсульфид			
5	113	0,45	0,41	1	15	0,24	0,24
6	183	0,49	0,48	2	28	0,34	0,34
7	570	0,55	0,59	3	60	0,50	0,50
8	643	0,61	0,60	4	152	0,46	0,58
4. Дифенилдисульфид				5	695	0,72	0,71
1	169	0,30	0,30	5. Н-пропил-н-нонилсульфид			
2	84	0,24	0,24	1	700	0,47	0,49
3	71	0,22	0,22	2	503	0,47	0,47
4	48	0,21	0,19	3	166	0,38	0,38
5	20	0,14	0,14	4	66	0,2	0,29
5. Дибензилдисульфид				5	29	0,23	0,23
1	1,2	0,10	0,10	6. 2, 5, 7, 10-тетраметил-6-тиаундекан			
2	6,3	0,164	0,165	1	48	0,10	0,08
3	8,2	0,17	0,18	2	78	0,13	0,14
4	9,0	0,21	0,19	3	78	0,13	0,14
5	10,5	0,195	0,20	4	158	0,23	0,23
6	17,0	0,23	0,23	5	311	0,33	0,33
III. Сульфиды				7. 5, 7-дипропил-6-тиаундекан			
1. Ди-н-бутилсульфид				1	43	0,10	0,10
1*	18,7	0,15	0,15	2	70	0,15	0,14
2*	36,5	0,24	0,24	3	150	0,21	0,21
3	100	0,37	0,37	4	152	0,19	0,21
4*	178	0,50	0,45	5	288	0,29	0,29
5	258	0,57	0,52	8. Метилбензилсульфид			
6*	359	0,56	0,57	1	29	0,26	0,26
7	548	0,65	0,65	2	53	0,34	0,34
8*	672	0,61	0,67	3	56	0,31	0,35
				4	239	0,61	0,66
				5	365	0,81	0,77
				6	369	0,77	0,77

Окончание таблицы 1

№№ п. п.	с, мм/л	а, мм/г		№№ п. п.	с, мм/л	а, мм/г	
		эксперим.	расчетн.			эксперим.	расчетн.
9. Н-бутилбензилсульфид				V. Ароматические углеводороды			
				1. Бензол			
1	2	0,14	0,14	1	90	0,50	0,50
2	5	0,21	0,21	2	90	0,50	0,50
3	5	0,21	0,21	3	140	0,70	0,62
4	17	0,31	0,31	4	140	0,70	0,62
5	52	0,50	0,46	5	152	0,70	0,65
6	150	0,56	0,60	6	295	0,85	0,86
7	532	0,74	0,79	7	295	0,85	0,86
8	556	0,84	0,80	8	790	1,10	1,10
				9	815	1,05	1,10
				10	815	1,05	1,10
10. 1, 3-диметил-1-(фенилтио) буган				11	840	1,15	1,11
1	60	0,43	0,44	12	840	1,15	1,11
2	144	0,62	0,63	13	1020	1,15	1,14
3	146	0,64	0,64				
4	424	0,94	0,95	2. Толуол			
				1	18	0,22	0,20
				2	30	0,35	0,28
				3	55	0,40	0,40
11. Дифенилсульфид				4	140	0,70	0,70
1	15	0,10	0,06	5	140	0,70	0,70
2	57	0,17	0,17	6	150	0,66	0,72
3	173	0,31	0,34	7	150	0,66	0,72
4	352	0,45	0,51	8	300	1,00	0,98
5	372	0,52	0,53	9	540	1,20	1,23
6	530	0,68	0,64	10	700	1,40	1,34
				11	925	1,43	1,45
				3. Нафталин			
				1	75	0,33	0,29
				2	154	0,44	0,46
				3	335	0,68	0,68
				4	565	0,80	0,79
12. Дибензилсульфид				4. α-метилнафталин			
1	18	0,26	0,25	1	38	0,61	0,50
2	40	0,33	0,36	2	175	1,09	1,09
3	65	0,46	0,44	3	315	1,25	1,35
4	128	0,58	0,58	4	752	1,88	1,88
5	298	0,79	0,77	5	1000	2,00	2,00
6	300	0,77	0,77				
IV. Элементарная сера				VI. Вытеснитель			
1	3,9	0,021	0,025	1. Ацетон			
2	5,8	0,037	0,037	1	40	0,60	0,60
3	8,4	0,057	0,047	2	318	2,04	1,85
4	9,0	0,051	0,050	3	680	2,36	2,43
5	22,4	0,089	0,089	4	890	2,60	2,60
6	24,3	0,097	0,095				

Данные табл. 1 и рис. 1—4 убедительно показывают, что уравнение (2) вполне удовлетворительно описывает полученные нами опытные данные для всех исследованных соединений. Следует также отметить, что уравнение (2) позволяет описать опытные данные в диапазоне больших концентраций, чем в случае применения уравнений Лангмюра и Фрейндлиха. Рис. 3, на котором изображены изотермы адсорбции бензилмеркаптана, вычисленные по уравнениям Лангмюра (кривая 1), Фрейндлиха (кривая 2) и по уравнению (2) (кривая 3), подтверждает сказанное. Рассмотрим полученные нами изотермы с точки зрения характера

адсорбции сера-органических соединений различных групп, а также обоснования возможности хроматографического выделения этих соединений из их смеси с ароматическими углеводородами. Известно, что принципиальная возможность хроматографического выделения веществ из их смеси обуславливается типом и взаимным расположением соответствующих изотерм адсорбции компонентов смеси. Взаимное расположение изотерм компонентов смеси и вытеснителей определяет порядок выхода вещества и выбор наиболее подходящего вытеснителя в хроматографическом анализе. В связи с этим мы полагаем допустимым сделать некоторые заключения, касающиеся хроматографического анализа смесей сера-органических соединений.

Для удобства рассмотрения в табл. 2 приведены значения параметров L , α и β в уравнении (2) для всех изученных веществ. Рассмотрение значений параметра L , характеризующего предельную удельную ад-

Таблица 2
Значения констант уравнения изотермы адсорбции сера-органических соединений, элементарной серы, ароматических углеводородов и ацетона

№ п/п	Наименование вещества	L , мМ/г	α	β
1	Н-бутилмеркаптан	0,85	0,012	0,90
2	Н-гептилмеркаптан	0,75	0,004	0,99
3	Н-октилмеркаптан	0,75	0,012	0,84
4	Н-нонилмеркаптан	0,75	0,018	0,2
5	Тиофенол	1,20	0,024	0,64
6	О-тиокрезол	1,20	0,021	0,71
7	Бензилмеркаптан	1,80	0,022	0,65
1	Ди-н-пропилдисульфид	0,90	0,017	0,63
2	Ди-н-бутилдисульфид	0,90	0,026	0,62
3	Диизоамилдисульфид	0,65	0,060	0,59
4	Дифенилдисульфид	0,90	0,035	0,40
5	Дибензилдисульфид	0,90	0,110	0,36
1	Ди-н-бутилсульфид	0,75	0,039	0,63
2	Диизобутилсульфид	0,65	0,055	0,63
3	Н-бутилизоамилсульфид	0,90	0,074	0,44
4	Диизоамилсульфид	0,74	0,085	0,59
5	Н-пропил-н-нонилсульфид	0,55	0,120	0,45
6	2, 5, 7, 10-тетраметил-6-тиаундекан	0,42	0,006	0,97
7	5, 7-дипропил-6-тиаундекан	0,42	0,016	0,75
8	Метилбензилсульфид	1,40	0,035	0,53
9	Н-бутилбензилсульфид	1,0	0,130	0,40
10	1, 3-диметил-1-(фенилтио)-бутан	1,60	0,034	0,54
11	Дифенилсульфид	1,20	0,008	0,72
12	Дибензилсульфид	1,60	0,042	0,49
1	Элементарная сера	0,50	0,23	0,64
1	Бензол	1,20	0,021	0,71
2	Толуол	1,75	0,019	0,68
3	Нафталин	0,90	0,012	0,82
4	α -метилнафталин	3,00	0,032	0,52
1	Ацетон	3,00	0,016	0,71

сорбцию вещества, позволяет сделать заключение о порядке хроматографического вытеснения изучаемых веществ.

Как видно из табл. 2, исследовавшиеся нами алифатические меркаптаны обладают близкими пределами насыщения, что указывает на однотипность их изотерм адсорбции. Однако различие в значениях других параметров уравнения адсорбции (α , β) указывает на тот факт, что в области концентраций, далеких от насыщения, изотермы адсорбции алифатических меркаптанов одного гомологического ряда отличаются друг от друга. Поэтому можно предположить, что существуют такие концентрации изученных нами меркаптанов, при которых их раздельное хроматографическое выделение становится возможным. Пределы насыщения изученных ароматических меркаптанов значительно отличаются от таковых для алифатических меркаптанов. Этот факт указывает на возможность сравнительно легкого хроматографического выделения алифатических меркаптанов из их смеси с ароматическими меркаптанами. Труднее, по-видимому, хроматографически выделить алифатические дисульфиды из их смеси с ароматическими дисульфидами, так как изотермы адсорбции этих двух классов дисульфидов однотипны (ср. значения L , α и β). Одновременно, по-видимому, можно утверждать, что дисульфиды будут хроматографически выделяться из их смеси как с алифатическими, так и ароматическими меркаптанами. Данные табл. 2, относящиеся к изотермам адсорбции сульфидов, позволяют сделать вывод о возможности хроматографического разделения смеси сульфидов по крайней мере на две группы: алифатические и ароматические (или смешанные, содержащие как алифатический, так и ароматический радикал). Что касается выделения алифатических сульфидов из их смеси друг с другом, то можно утверждать, что по мере возрастания молекулярного веса сульфидов хроматографическое выделение их гомологов, особенно близких по молекулярному весу, становится затруднительным. Выделение сульфидов из их смеси с дисульфидами и меркаптанами в отдельных случаях, по-видимому, возможно.

Данные табл. 2, относящиеся к изотермам адсорбции некоторых изученных нами ароматических углеводородов, свидетельствуют о том, что эти углеводороды могут быть в отдельных случаях хроматографически выделены из их смеси с сера-органическими соединениями.

Изотерма адсорбции ацетона лежит выше изотерм адсорбции всех изученных нами соединений, что теоретически обосновывает хорошо известный из практики факт сравнительно легкого вымывания ацетоном ароматических углеводородов и сера-органических соединений, адсорбированных силикагелем.

Как указывалось выше, взаимное расположение изотерм адсорбции анализируемых соединений, а также вещества, применяемого в качестве вытеснителя, позволяет выбрать наилучшие условия вытеснительного разделения компонентов изучаемой смеси. С целью теоретического обоснования возможности применения указанного метода для вытеснительного анализа смеси сера-органических соединений мы представили полученные нами изотермы адсорбции пяти сера-органических соединений и ацетона на общем графике (рис. 5). Из графика видно, что изотерма адсорбции ацетона лежит выше изотерм адсорбции сера-органических соединений в области всех концентраций. Если точку, лежащую на изотерме адсорбции ацетона, соответствующую его концентрации 1000 мМ/л, соединить прямой с началом координат, то полученная прямая линия пересечет все показанные на графике изотермы. Точки пересечения этой прямой с изотермами адсорбции соответствуют концентрациям вытесняемых ацетоном сера-органических соединений в хроматографических

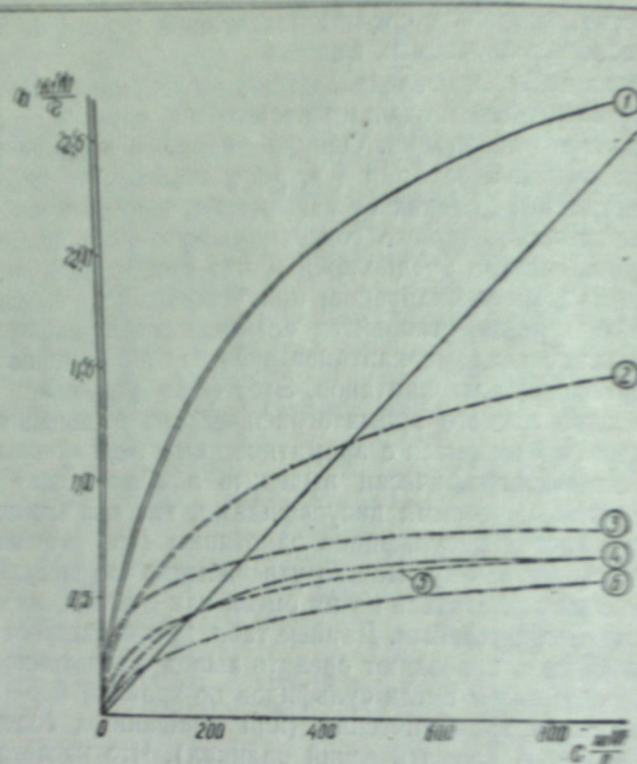


Рис. 5. Изотермы адсорбции:

1. Ацетона. 2. Бензилмеркаптана. 3. Бутилбензисульфид.
4. Октилмеркаптана. 5. Дибутилсульфида. 6. Дипропилдисульфида.

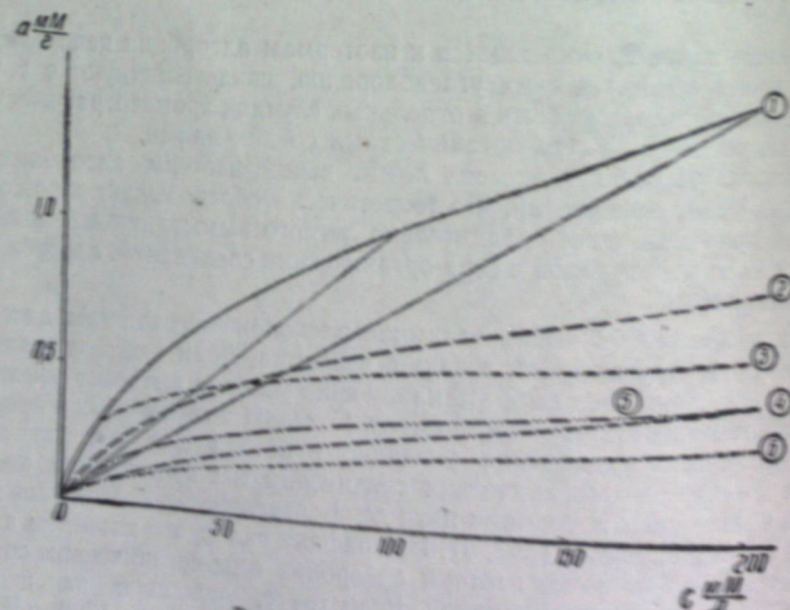


Рис. 6. Изотермы адсорбции:

1. Ацетона. 2. Бензилмеркаптана. 3. Бутилбензисульфид. 4. Дибутилсульфида. 5. Октилмеркаптана. 6. Дипропилдисульфида.

фильтрах. Как видно из рис. 5, прямая пересекает изотермы адсорбции октилмеркаптана и бутилсульфида в одной общей точке. Следовательно, отделение этих двух соединений друг от друга в этом случае будет невозможным. Остальные соединения при вытеснении их ацетоном будут вымываться из хроматографической колонки последовательно друг за другом и каждый свободным от примеси других соединений.

На рис. 6 изотермы тех же соединений изображены в большем масштабе, так что они описывают ход кривых только при малых концентрациях. Как видно из графика, прямая, соединяющая с началом координат точку на изотерме адсорбции ацетона, соответствующую его концентрации 200 мМ/л, пересекает не все изотермы. Кроме того, порядок пересечения изотерм адсорбции изменяется. Это означает, что дипропилдисульфид и октилмеркаптан будут вытесняться из колонки первыми и в смеси друг с другом. Между концом выхода смеси дисульфида и меркаптана и началом вытеснения следующего компонента будет разрыв. Порядок выхода из колонки сера-органических соединений в этом случае будет иной, чем в случае, представленном на рис. 5. Дибутилсульфид в этом случае будет вымываться в чистом виде; за бутилсульфидом будет вытесняться бутилбензисульфид в смеси с бензилмеркаптаном. При концентрации ацетона 100 мМ/л порядок вытеснения снова изменится, как это видно из рис. 6. Таким образом, меняя концентрацию вытеснителя, можно устанавливать требуемые для анализа условия выделения.

Чтобы проверить правильность наших рассуждений и установить, существует ли взаимное влияние содержащихся в смеси адсорбированных сера-органических соединений на характер их изотерм адсорбции, мы составили искусственную смесь пяти сера-органических соединений в изооктане. Эта смесь (5 мл) была залита в хроматографическую колонку,

Таблица 3

Результаты хроматографического вытеснительного анализа искусственной смеси пяти сера-органических соединений

Объем вытесненного раствора, мл	Содержание сера-органических соединений* в хроматографических фильтрах в весовых, %			
	общая сера	RSH (амперометрия)	R ₂ S ₂ (полярография)	R ₂ S (по разности)
10	0,00	0,00	0,00	0,00
50	0,00	0,00	0,00	0,00
55	0,00	0,00	0,00	0,00
57	0,14	0,00	0,13	0,01
57,5	0,23	0,00	0,94	0,00
58,5	0,05	0,05	0,01	0,00
59	1,30	0,07	0,00	1,23
59,5	2,06	1,56	0,00	0,50
60,5	0,30	0,10	0,00	0,20
62	0,59	0,00	0,00	0,9
63	1,00	0,00	0,00	1,00
66	0,11	0,00	0,00	0,11
68,5	0,00	0,00	0,00	0,00
69,5	0,11	0,10	0,00	0,01
70	0,08	0,09	0,00	0,00
70,5	0,01	0,01	0,00	0,00
80	0,00	0,00	0,00	0,00

* В расчете на общую серу.

заполненную силикагелем, и вытеснена затем раствором ацетона в изооктано, имевшим концентрацию 1000 мМ/л. Раствор после вытеснения из колонки собирался по 0,5 мл в градуированные пробирки и анализировался. Меркаптаны определялись амперометрическим титрованием азотнокислым серебром, дисульфиды — полярографически, а сульфиды — по разности между количеством ламповой серы и результатами определения меркаптанов и дисульфидов. Данные, характеризующие разделение искусственной смеси сера-органических соединений вытеснительным методом, приведены в табл. 3. Первым (см. табл. 3), как и следовало ожидать, вытесняется дисульфид; затем вытесняется смесь меркаптана с сульфидом. Непосредственно за этой смесью вытесняется, по-видимому, бутилбензилсульфид. Вытеснение бензилмеркаптана, вероятно, произошло неполностью.

Результаты анализа искусственной смеси сера-органических соединений методом хроматографического вытеснения в первой степени приближения подтверждают теоретические выводы, сделанные нами на основании рассмотрения изотерм адсорбции сера-органических соединений и ацетона.

Выводы

1. Изучены изотермы адсорбции на силикагеле 24 синтетических сера-органических соединений, элементарной серы, 4 ароматических углеводородов и ацетона. Показано, что наиболее полно изотермы адсорбции описываются уравнением.

$$a = l(1 - e^{-ac^b}).$$

2. Рассмотрена принципиальная возможность хроматографического разделения различных групп сера-органических соединений, а также изомерных сера-органических соединений.

3. Теоретически рассмотрен и экспериментально подтвержден случай хроматографического анализа пятикомпонентной смеси сера-органических соединений.

Башкирский филиал
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
24/IV 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Наметкин, Химия нефти. Изд. АН СССР, 1955.
2. Л. Г. Гурвич, Научные основы переработки нефти. Изд. 3-е, Гостоптехиздат, 1940.
3. Н. И. Черножуков, Теория очистки нефтепродуктов. Гос. научно-техн. изд., 1932.
4. В. А. Каличевский и Б. А. Стагнер, Химическая очистка нефтепродуктов. ОНТИ, 1936.
5. А. С. Броун и А. П. Сиверцев, Химия сернистых соединений жидкого топлива. ОНТИ, 1937.
6. Н. Бутков, К. Лавровский, Вост. нефть, № 1, 28, 1939.
7. Чуфаров, Литовченко, Химическая промышленность, № 1, 65, 1931.
8. А. Святошенко, А. Некрасов, ДАН СССР, 97, 95, 1954.
9. A. Dunstan, F. Thole, F. Remigy, J. Soc. Chem. Ind., 43, 179, 1924.
10. H. Waterman, I. Perquin, Brennst-chem, 6, 255, 1925.
11. A. Wood, C. Sheely, A. Trustu, Ind. Eng. Chem., 18, 169, 1926.
12. H. Waterman, M. Van-Tussenbrock, Brennst-chem, 8, 20, 1927.
13. H. Waterman, M. Van-Tussenbrock, Brennst-chem, 9, 397, 1928.
14. Cr. Woodward, Ind. Eng. Chem., 21, 693, 1929.
15. P. Borgstrom, R. Bost, I. McIntire, Ind. Eng. Chem., 22, 87, 1930.
16. S. Eagle, C. Rudy, Ind. Eng. Chem., 42, 1294, 1950.
17. V. Kalichevsky, K. Kobe, Refiner, 32, 7, 119, 1953.

18. И. Постовский, Н. Бедягина, М. Михайлова, ДАН СССР, 44, 403, 1944.
19. Cr. Dinneen, C. Bailey, I. Smith, I. Ball, Anal. Chem., 19, 992, 1947.
20. D. Haresnape, F. Fidler, R. Loury, Ind. Eng. Chem., 41, 2691, 1949.
21. I. Kinney, I. Smith, I. Ball, Anal. Chem., 24, 1749, 1952.
22. R. Arnold, P. Launer, A. Lien, Anal. Chem., 24, 1741, 1952.
23. H. Rampton, J. Inst. Petrol, 39, 305, 1952.
24. R. Hopkins, H. Smith, Anal. Chem., 26, 206, 1954.
25. C. Karr, W. Weatherford, R. Capil, Anal. Chem., 26, 252, 1954.
26. C. Thompson, H. Coleman, H. Rail, H. Smith, Anal. Chem., 27, 175, 1955.
27. Р. Оболенцев, Б. Айвазов, С. Нетупская, ДАН СССР, 106, 283, 1956.
28. Р. Д. Оболенцев, С. В. Нетупская, А. В. Машкина, Известия восточных филиалов Академии наук СССР, № 10, 1957.
29. Справочник химика, т. 1, стр. 109, 1951.

А. И. ГОРБАНЕВ, Ю. П. НИКОЛЬСКАЯ

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОЗЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ — МОЩНАЯ БАЗА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Западная Сибирь богата месторождениями минеральных солей — сульфата натрия, поваренной соли, соды, солей магния, кальция и др., которые находятся в рассолах и донных отложениях многочисленных соляных озер. Последние сосредоточены, в основном, в крайней южной части обширной Западно-Сибирской низменности, в естественно-географическом районе, ограниченном на юго-западе и западе краем центрально-казахстанского мелкосопочника, на юге — горными сооружениями Алтая, на западе — салаирским кряжем; на севере этот район сливается с Барабинской и Ишимской степями. По административному делению в него входят: на востоке — западная часть Алтайского края, на западе — северо-восточная часть Казахской ССР. Особенно большие запасы солей имеются в озерах юго-восточной части района, заключенной в междуречье Обь-Иртыш и известной под названием Кулундинской степи. Озера Кулундинской степи являются и наиболее изученными. Озера юго-западной части района левого Прииртышья изучены в меньшей степени. Имеются минерализованные озера также в крайней юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, в сухой степной местности, примыкающей к левому берегу р. Енисей в районе г. Абакан Хакасской области и ограниченной с юга склонами Западного Саяна, с востока и севера Абаканским хребтом и Батеневским кряжем, с запада — р. Енисей. Имеются небольшие минерализованные озера и в крайней юго-западной части Западно-Сибирской низменности, в районе Тургайской долины, ограниченной с востока Казахским нагорьем, с запада — Зауральским уступом, с юга — Арало-Сибирским водоразделом.

Соли Кулундинской степи

Начало систематическому изучению минерализованных озер Кулундинской степи и выявлению запасов солей в них было положено Западно-Сибирским отделением Геологического комитета в 1927 г. Одной его партией под руководством М. И. Кучина была обследована полоса распространения щелочных озер в южной части Кулундинской степи и детально разведаны Петуховская и Михайловская группы содовых озер [1, 2]; другой партией, под руководством И. И. Гладцина, было обследовано сульфатное озеро Кучук и некоторые другие сульфатные озера [3, 4]. В эти же годы в Кулунде работала партия СОПС АН СССР, обследовавшая под руководством А. В. Николаева озера Прииртышья [5, 6]. В 1931—1933 гг. в Кулунде работала комплексная экспедиция АН СССР, отдельные отряды которой обследовали озера, изучали их физико-химический режим, производили почвенные исследования, микробиологические, топографические и др. [7]. В эти же годы партия Западно-Сибирского геоло-

гического управления под руководством М. И. Кучина проводила изучение оз. Кучук и подсчет запасов мирабилита в донном пласте и в рапе. В 1932 г. Академия наук организовала Кулундинскую научно-исследовательскую станцию, перешедшую затем в ведение Всесоюзного научно-исследовательского института галургии, которая работала до 1951 г., занимаясь планомерным изучением режима некоторых озер — Кучук, Бурлинского, Танатар [8, 9 и др.]. В 1943—1951 гг. стационарной Михайловской геологической партией Всесоюзного научно-исследовательского института галургии были изучены запасы соды в озерах Михайловской группы, произведена детальная разведка наиболее крупных озер Соляноозерной степи — Малинового, Кочкового [10, 11]. В 1943 г. Западно-Сибирским геологическим управлением была организована Кулундинская геологическая партия, которая планомерно и непрерывно, вплоть до 1954 г., проводила геологоразведочное обследование содовых, сульфатных и хлоридных озер Кулунды, а также месторождений гипса и мергелей. С 1947 г. и по настоящее время изучением соляных озер Кулунды занимается лаборатория солей Западно-Сибирского филиала АН СССР. Ею планомерно изучаются режим, питание, состояние пластовой залежи и пути эксплуатации озер Бурлинского и Б. Ажбулат; пути комплексного использования оз. Кучук; общая гидрохимия поверхностных и грунтовых вод Кулунды и процессов солеобразования и соленакпления в ее водах и озерах [12, 13, 14 и др.].

В результате перечисленных работ в Кулунде обследованы в той или иной степени все имеющиеся соляные озера. В них выявлены, а в наиболее крупных озерах определены количественно запасы сульфата натрия, поваренной соли, соды, солей магния и кальция, брома, мергелей.

Сульфат натрия. Эта соль является основным богатством минеральных озер Кулундинской степи. Оз. Кучук, расположенное в 10 км от ст. Благовещенска железной дороги Кулунда—Барнаул, является крупнейшим месторождением сульфата натрия не только в СССР, но и за его пределами. Сульфат натрия в озере заключен в рапе и в донном пласте мирабилита-стеклеца, мощность которого достигает 3,1 м. Запасы сульфата натрия в рапе озера определены и утверждены по промышленной категории. В настоящее время здесь строится завод безводного сульфата натрия по технологической схеме, разработанной Всесоюзным научно-исследовательским институтом галургии, предусматривающей получение мирабилита из рапы методом бассейнизации и дальнейшее его обезвоживание путем плавления и выпаривания кристаллизационной воды в заводских условиях. Этот метод позволит получить сульфат натрия высокого качества в течение круглого года независимо от климатических условий, и себестоимость его будет в два раза ниже получаемого в Кара-Богаз-Голе. Однако указанный метод не предусматривает комплексной переработки рапы, т. е. извлечения из нее поваренной соли, магния и брома, а затраты топлива на обезвоживание мирабилита являются еще высокими и сильно повышают себестоимость готовой продукции.

Лабораторией солей ЗСФАН СССР разрабатывается схема комплексной переработки рапы оз. Кучук. Особенности ее следующие: с одной стороны, в связи с тем, что в присутствии хлористого натрия понижаются растворимость сульфата натрия и температура перехода мирабилита в тенардит, обезвоживание мирабилита производится в летнее время в бассейнах под небольшим слоем рапы, содержащей в своем составе повышенную концентрацию хлористого натрия. Таким образом безводный сульфат натрия — тенардит получается без дополнительной затраты энергии. С другой стороны, обессульфаченная рапа направляется в бассейны, где из нее извлекается поваренная соль путем концентрирования ее в летнее

время, а маточник, после извлечения поваренной соли, может быть использован для получения солей магния и брома. Этот метод в условиях искусственного бассейна полностью разработан и проверен и требует лишь окончательной проверки в условиях естественных бассейнов. В качестве промышленных бассейнов предлагается использовать заливы оз. Кулундинского, находящиеся на его юго-восточном берегу в непосредственной близости от оз. Кучук. Внедрение этого метода позволит перерабатывать рапу комплексно с извлечением солей сернистого, хлористого натрия, магния и брома, упростить технологическую схему производства и снизить себестоимость готовой продукции.

Следует сказать, что основные запасы сульфата натрия в оз. Кучук находятся в донном пласте мирабилита, но методы эксплуатации его в настоящее время пока не ясны и требуют глубокого изучения.

Вторым по запасам и практическому значению сульфатным месторождением в Кулундинской степи является оз. Б. Ажбулат. Особенностью этого озера является то, что точка химического состава рапы озера находится на диаграмме растворимости водной системы $MgSO_4 + 2NaCl \rightleftharpoons Na_2SO_4 + MgCl_2$ в поле тенардита (при 25°), и в периоды усыхания озера из рапы формируется тенардит. Второй особенностью озера является своеобразие его питания: оно расположено в русле р. Бурлы, которая в нижнем течении не имеет постоянного стока, а образует цепочку озер, поэтому основная масса воды р. Бурлы лишь в некоторые, причем очень редкие годы достигает оз. Б. Ажбулат. В результате в те годы, когда воды р. Бурлы не поступают в озеро, оно быстро усыхает, так как в Кулунде испарение всегда превышает осадки; когда же воды Бурлы поступают в озеро, то оно питается с большой площади водосбора и быстро обводняется. Так, непосредственным обследованием в 1945 г. (А. П. Пен-тегов, Н. И. Висягин) было установлено, что в этот год основные запасы сульфата натрия в озере были сосредоточены в донном пласте тенардита, мощность которого достигала 40—50 см. Слои рапы в озере не превышали 20—25 см. В последующие годы (1948—1951) в связи с поступлением в озеро больших масс вод р. Бурлы весь тенардит перешел в раствор, и рапа была в значительной степени разбавлена.

В 1950—1954 гг. обследованием озера Б. Ажбулат занимались Западно-Сибирское геологическое управление и Западно-Сибирский филиал АН СССР. Изучались геология и гидрогеология района озера, режим озера в годовом и многолетнем циклах, процесс формирования тенардита на базе рапы озера, питание озера и возможности его регулирования. На основе полученных данных была разработана схема эксплуатации озера, которая сводится к следующему [15]: 1) зарегулирование р. Бурлы; 2) естественное концентрирование рапы озера, следствием чего будет формирование пласта тенардита; 3) разработка пласта тенардита.

Подсчитано, что формирование пласта тенардита в озере при условии, что в него не поступают воды р. Бурлы (в настоящее время, начиная с 1952 г., воды реки в озеро не поступают) начнется в 1956—1957 гг. и закончится в 1958—1959 гг. Рекогносцировочное обследование, произведенное в 1956 г., показало, что формирование тенардита в озере уже происходит. Таким образом, оз. Б. Ажбулат, в ближайшие годы будет превращено в мощное месторождение тенардита, надежная эксплуатация которого будет зависеть полностью от того, будет ли зарегулирована р. Бурла или нет. Создание небольшой и весьма недорогой плотины позволит управлять процессом получения готового, безводного сульфата натрия без больших капиталовложений и сложной технологической схемы. Зарегулирование р. Бурлы имеет практическое значение еще и потому, что пресные воды реки могут быть использованы в этом случае более рациональ-

но для нужд рыбной промышленности и сельского хозяйства, страдающего здесь от засух. Следует отметить, что зарегулирование р. Бурлы уже начато местными рыбопромысловыми организациями, однако работы ведутся слишком медленными темпами, что создает угрозу нормальному протеканию процесса формирования тенардита в озере и его сохранности.

Кроме оз. Кучук и Б. Ажбулат, в Кулунде имеется значительное количество более мелких сульфатных озер с донными отложениями мирабилита и иногда тенардита. Из них заслуживают внимания оз. Б. Мормышанское, которое имеет донные отложения мирабилита и тенардита, группа сульфатных озер соляноозерной степи, расположенных поблизости от Михайловского содового комбината — Правый и Левый Блинец, Николаев берег, Менистрал, Иодное — и некоторые озера Прииртышья — Сор, Туз, Маралды, Казы, также имеющие на дне пласт мирабилита.

Природная сода. Промышленные запасы естественной соды представляют собой очень редкое явление в природе. Единственные месторождения в Советском Союзе, имеющие промышленные ее запасы, находятся в Кулунде — в виде содовых озер, содержащих соду как в рапе, так и донных отложениях. Михайловская группа озер эксплуатируется промышленностью с 1929 г. В настоящее время Михайловский содовый комбинат вырабатывает кальцинированную соду как из донных отложений, так и из рапы озер, применяя метод бассейнизации. Группа Петуховских содовых озер в Кулунде имеет значительно меньшие запасы соды, главным образом в рапе. Это месторождение также эксплуатируется промышленностью.

В Кулунде имеется также большое количество мелких содовых озер. Из них можно отметить озера, расположенные поблизости от Михайловской группы, в восточной части так называемой соляноозерной степи, — Топ-Карагай, Живописное, Огородное, Безыманное и др. Для них характерны небольшая площадь (обычно меньше 0,5 км²), повышенная концентрация рапы (больше 3%) и значительное содержание карбоната и бикарбоната натрия (больше 20%) по отношению к сумме всех солей натрия. Донные соли этих озер представлены не чистой содой, а мирабилитом или смесью мирабилита и декагидрата соды; часто встречаются в них кристаллы гейлюссита.

Много содовых озер и на территории древних долин стока, особенно Барнаульской и Касмалинской, но обычно они имеют очень малую концентрацию солей и по условиям питания и стока не предоставляют возможности для концентрирования. Из них можно отметить лишь оз. Горькое в Барнаульской древней долине (у курорта Лебяжье), содержащее 2,70% солей и 39% бикарбоната натрия по отношению к сумме солей натрия*.

Следующая группа содовых озер находится в районе Прииртышья — это Сор, Уялы, Желтырь, Сейтень, Улькен-Сор и др., которые имеют повышенную минерализацию рапы с наибольшим содержанием соды. Донной солью этих озер является обычно мирабилит. Все они мало изучены, но, по-видимому, больших перспектив для промышленного их использования как месторождений соды не имеется.

Поваренная соль. В Кулунде много озер, имеющих большие запасы поваренной соли как в рапе, так и в донных отложениях. Наиболее крупным месторождением является оз. Бурлинское, расположенное в 25 км от г. Славгорода в непосредственной близости от железной дороги Татарск — Славгород. Еще задолго до революции из озера стали добывать в небольших количествах поваренную соль, пригодную для пищевых це-

* По данным обследования озера Ю. П. Никольской в 1949 г.

лей, кустарным способом, вручную, главным образом в прибрежной части озера. С 1945 г. начата механизированная добыча донного пласта соли; в настоящее время добывается 300 тыс. т пищевой соли в год. Меньшими запасами обладают месторождения озера Б. Таволжан и М. Таволжан, а также оз. Коряковское, имеющие крупное промышленное значение; добыча соли здесь также механизирована. Некоторое значение как промышленные месторождения соли имеют озера Ломовое, Печатное и Кочковое, но запасы в них невелики и в настоящее время они эксплуатируются лишь периодически, главным образом, для местных нужд. Имеются донные отложения как чистой, так и заиленной соли в оз. Светлица, которое геологически достаточно изучено, и соль в нем добывается в небольших масштабах для местных нужд. Донные отложения соли имеют озера Кала-Туз (Ямышевское), Маралды, Туз, расположенные в районе Прииртышья. Характерным для этих озера является то, что соль залегает лишь отдельными линзами с большой примесью ила, а иногда сульфатов, при наличии также линз мирабилита и тенардита.

Следует отметить, что огромные запасы поваренной соли содержатся в рассолах некоторых озера: Кучук, Б. Ажбулат, Б. Яровое, Бурлинское, Маралды и др.

В рассолах этих же озера сосредоточены основные запасы солей магния, где содержание Mg-иона характеризуется данными, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Название озера	Дата отбора пробы	Содержание ионов магния, %	Кто брал пробу
Кучук	27/VII—48 г.	1,34	Ю. П. Никольская, ЗСФАН СССР
Б. Ажбулат	10/VIII—56 г.	1,11	М. Ф. Ляпунов, ЗСФАН СССР
Б. Яровое	4/VIII—51 г.	1,40	Н. И. Висягин, И. А. Мошкина, ЗСФАН СССР
Бурлинское	20/VII—56 г.	1,42	В. И. Новик, ЗСФАН СССР
Маралды	28/VI—51 г.	0,73	Ю. П. Никольская, ЗСФАН СССР

Наконец, в этих же озерах сосредоточены промышленные запасы брома.

Таким образом, при комплексной промышленной переработке рассолов и донных отложений озера, в Сибири можно развить крупные солевые предприятия по получению весьма ценных химических продуктов: сульфата натрия, поваренной соли, солей магния, брома, которые в свою очередь могут служить прекрасным сырьем для широкого развития основной химической промышленности — производства серной кислоты, щелочей, сернистого натрия, минеральных удобрений и др.

Соли озера района левого Прииртышья

Озера данного района, как уже упоминалось, изучены в значительно меньшей степени, чем Кулундинской степи. Первые сводные данные о минеральном составе этих озера приведены Е. В. Посоховым [16] по материалам в основном его собственных исследований. Согласно его данным, в южной части района имеется большое количество небольших по размерам минерализованных озера, многие из которых имеют высококонцентрированную рапу и донные отложения поваренной соли и мирабилита. С про-

мышленной точки зрения наибольший интерес представляют следующие озера:

1) оз. Калкаман площадью 12 км² с мощным пластом поваренной соли, достигающим в центре озера 4—5 м. Запасы поваренной соли здесь детально разведаны, и месторождение в настоящее время осваивается промышленностью;

2) оз. Жамантуз 2 площадью 7 км² и мощностью донных отложений поваренной соли более 1 м;

3) оз. Тайгонур, в котором имеются отложения поваренной соли мощностью до 1,5 м;

4) группа озера Биштуз с пластами поваренной соли до 2,5 м, представленной новосадкой, старосадкой и комовой солью;

5) оз. Кемиртуз площадью около 5 км² с отложениями поваренной соли, содержащей в нижних слоях сульфат натрия.

Все эти озера находятся в радиусе 50—130 км от г. Павлодара.

В северной части района левого Прииртышья в 200—250 км к СЗ от г. Павлодара находятся огромные соляные озера-тенизы: Селетытениз, Кызылкак, Теке и Жалаулы общей площадью до 1300 км². Тенизы характеризуются небольшой глубиной (до 2,0 м), высокой, за исключением Селетытениза, концентрацией рапы, по химизму они аналогичны морской воде.

В последние годы тенизы, как и другие озера левого Прииртышья, тщательно изучаются различными исследовательскими партиями как в отношении запасов солей, так и возможности их эксплуатации.

Минерализованные озера Хакассии

Минерализованные озера Хакассии приурочены к северной части Хакасской автономной области, примыкающей к бассейнам рек Енисей и Абакан. Проведенное Ю. П. Никольской в 1950 г. обследование показало, что больших по размерам минерализованных озера в районе нет; озера, превышающие 2—3 км², имеют мало концентрированную рапу. К озерам, имеющим донные отложения мирабилита, содержащего в среднем 4—5% илстых включений, относятся: Тусколь, Конголь, Варчье, Доможаково, Чалгыз-Кюль. Мощность отложений мирабилита достигает нескольких метров, но запасы его не превышают 1—2 млн. т в каждом озере. Некоторые из исследованных озера имеют грунтовые рассолы, обогащенные хлористым натрием. К ним относятся Варчье, Красное Абаканское, из рассолов которых до 1930 г. путем выварки получали поваренную соль. Вопросы дебита рассолов, их распространенности, происхождения, состава недостаточно выяснены. Мирабилитовые озера Хакассии имеют некоторое значение для местной промышленности.

Минерализованные озера Северо-Тургайской долины

Озера этого района описаны Е. В. Посоховым [16]. Согласно его данным, здесь находится значительное количество озера различной степени минерализации, но большинство из них летом пересыхает. Более минерализованные и самосадочные озера сосредоточены в пределах Тобол-Убаганского водораздела. Некоторые озера имеют отложения мирабилита: это оз. Карасор, расположенное в 20 км к СВ от пос. Борового (площадь его 220 га, мощность пласта мирабилита достигает 1,5—2,0 м), оз. Джарсор в Семиозерном районе и другие.

Промышленное использование солей Кулундинской степи

Из изложенного выше материала можно видеть, что промышленное использование солей Кулундинской степи уже получило значительное развитие: эксплуатируются два месторождения природной соды — группы Михайловских и Петуховских содовых озер. Однако следует отметить, что в работе Михайловского содового комбината имеются некоторые отрицательные стороны. Одной из них является низкое качество вырабатываемой кальцинированной соды, присутствие в ней большого количества химических и механических примесей и влаги, что следует объяснить несовершенством применяемой технологии — как аппаратного ее оформления, так и технологической схемы. Другой отрицательной стороной является высокая себестоимость кальцинированной соды. Имеется много предложений о реконструкции комбината по переработке природной соды [17—23]. Вопрос о реконструкции Михайловского содового завода на новой технологической основе должен быть в ближайшее время решен.

Большое развитие в Западной Сибири получило производство пищевой поваренной соли, которая добывается из донных отложений озер.

Менее всего развита в Кулунде сульфатная промышленность, хотя, как уже указывалось выше, сульфат натрия по количеству выявленных запасов является основным богатством среди солей кулундинских озер. Сульфат натрия может служить прекрасным сырьем для получения большого количества продуктов основной химической промышленности, например, каустической и двууглекислой соды, серной кислоты, сернистого натрия, серы, сульфата аммония и ряда других. Он является также одним из основных видов сырья в производстве стекла, кожи, в мыловарении. В период Великой Отечественной войны, в связи с дефицитом соды, почти все стекольные заводы Советского Союза перешли на варку стекла с сульфатом, и в настоящее время с применением сульфата натрия вместо соды могут изготавливаться почти все виды стекла: листовое (оконное и зеркальное), посудное (полубелое и белое) и бутыльное. В больших количествах сульфат натрия применяется в целлюлозной промышленности, которая в некоторых странах (например, в США) является самым крупным его потребителем (на 1 т целлюлозы расходуется 0,25 т сульфата).

За последние 25 лет в СССР опубликовано несколько сборников, ряд монографий и большое число журнальных статей и патентов, посвященных исследованию и эксплуатации сульфатных месторождений, обезвоживанию мирабилита, применению сульфата натрия в различных отраслях промышленности.

Так, например, во Всесоюзном алюминиево-магнелиевом институте на основе исследования химизма процесса спекания боксито-сульфатной шихты с последующим разложением спека разработан метод получения глинозема [24]. Проверка метода в заводских условиях дала положительные результаты — разложение 95% сульфата при полном отсутствии сульфидов.

В институте металлургии и химии Академии наук Казахской ССР разработан сульфидно-каустический способ переработки бокситов на глинозем. Этот способ позволяет гидрохимическим путем вести переработку глиноземсодержащего сырья с повышенным содержанием кремнезема. Одновременно при этом получается глинозем, сода и сера. Способ проверен в лабораторном масштабе применительно к тургайским бокситам. Схема этого метода принципиально не отличается от известной схемы Байера. Однако она позволяет чисто гидрохимическим путем вести переработку бокситов с повышенным содержанием активной кремнекислоты.

Большая работа по получению глинозема из боксита и сульфата натрия, применительно к сырью Западной Сибири, проведена в Западно-Сибирском филиале АН СССР под руководством И. С. Лилеева. В условиях, близких к промышленным, проверены и подтверждены основные положения разработанной технологии.

Во Всесоюзном институте содовой промышленности разработан метод получения каустической соды и глинозема из сульфата натрия и боксита [25]. Балансовые опыты по данной работе показывают, что 75—78% натрия, содержащегося в сульфате, можно перевести в едкий натр с концентрацией получаемых щелоков 150 г NaOH в 1 л. Особенно рациональным является объединение алюминатного метода получения каустической соды из сульфата натрия с производством глинозема, так как на 1 т 95% каустической соды получается 1,25 т глинозема. Комплексная переработка глиноземсодержащего сырья и сульфата натрия для получения глинозема и щелочей, с нашей точки зрения, является заманчивой. При замене соды сульфатом натрия в производстве глинозема, глиноземная промышленность может обходиться собственными ресурсами щелочи, так как вырабатываемый при этом каустик может быть использован для производства глинозема.

Таким образом, проблема получения глинозема и щелочи из сульфата натрия и боксита в значительной степени решена, притом с хорошими экономическими показателями, и ждет своего внедрения.

Среди большого количества методов получения соды из сульфата натрия особого внимания, с точки зрения внедрения в практику, заслуживают два:

а) метод, разработанный в Научно-исследовательском институте удобрений и инсектофунгисидов Министерства химической промышленности СССР под руководством А. П. Белопольского [26]. Этот метод, объединяющий производство соды из сульфата натрия с получением такого ценного и испытанного удобрения, как сульфат аммония, проверен на действующем содовом заводе в промышленном масштабе. Он предусматривает необходимость увязки производства соды с производством синтетического аммиака и может быть осуществлен только в крупном промышленном масштабе, но без производственных отходов, характерных для действующих содовых заводов;

б) разработанный во Всесоюзном институте содовой промышленности в результате многолетних исследований метод перевода природного сульфата натрия в кальцинированную соду посредством восстановления его газами, содержащими окись углерода, водорода и водяные пары [27—29].

Применение катализа дало возможность, соблюдая установленные условия режима, проводить реакцию при относительно низких температурах — 600—700° и избежать плавления как сульфата, так и конечных продуктов реакции.

В проведенной работе исследована зависимость процесса превращения Na_2SO_4 в Na_2CO_3 от температуры, парциальной упругости водяного пара, концентрации окиси углерода и водорода в восстановительном газе, количества катализатора в виде Fe_2O_3 , количества и скорости подачи газа.

Результаты лабораторных исследований по получению соды из сульфата натрия с помощью полуводяного генераторного газа были воспроизведены на укрупненной установке в шахтной печи.

Приближенные техникоэкономические расчеты, произведенные с учетом опыта работы укрупненной установки, показывают, что себестоимость соды, полученной по настоящей схеме, с переработкой сероводорода в серную кислоту, даже при небольшой мощности завода (100 тыс. т в год)

не выше, чем соды, вырабатываемой на действующих содовых заводах. Проверка метода на укрупненной опытной установке показала полную возможность его осуществления не только в крупном, но и в относительно небольшом масштабе, так как по этому методу можно перерабатывать в соду залежи сульфата натрия и небольшой мощности непосредственно в районах потребления соды, избегая длительных и дорогих ее перевозок.

Весьма ценные результаты в разработке способов получения из сульфата натрия соды, серной кислоты, минеральных удобрений и ряда других продуктов достигнуты и многими другими авторами [30—32].

Однако внедрение всех этих новых, весьма эффективных методов в промышленность задерживается в течение многих лет, главным образом, из-за недостаточного производства сульфата натрия. Создалось явно ничем не оправдываемое положение, когда при огромных, практически неисчерпаемых запасах сульфата натрия в стране добыча его далеко не удовлетворяет потребностей народного хозяйства. Это уже в настоящее время является тормозом дальнейшего развития сульфатпотребляющей промышленности, а также промышленности глинозема, серной кислоты, щелочей и минеральных удобрений на основе новых технологических процессов, разработанных в научных и проектных учреждениях и проверенных в полупромышленных и промышленных условиях.

Основные задачи, которые стоят перед сульфатной промышленностью Западной Сибири, могут быть сведены к следующему:

1. Увеличение выдачи безводного сульфата натрия Кучукским сульфатным заводом сверх запланированной мощности строящегося завода; возможностью для этого является освоение и внедрение способа получения тенардита под слоем рапы, для чего необходима организация бассейнового хозяйства на заливах оз. Кулундинского. Бассейновое хозяйство позволит подойти к разрешению вопроса о комплексной переработке рапы оз. Кучук с выдачей дополнительно к сульфату натрия поваренной соли, солей магния, солей брома;

2. Эксплуатация донного пласта мирабилита-стеклеца в оз. Кучук; возможностями для этого могут быть: а) организация его непосредственной добычи и переработки и б) интенсификация процесса взаимодействия донного пласта мирабилита с рапой озера с целью обогащения рапы сульфатом натрия;

3. Освоение озера Б. Ажбулат как месторождения тенардита. Возможностью для этого является своевременное проведение работ по зарегулированию р. Бурлы и организация добычи тенардита.

4. Необходимо обратить внимание Госплана СССР и Алтайского совнархоза на необходимость ускорения строительства Кучукского комбината, ибо ход строительства в настоящее время вызывает серьезное опасение, что оно не будет окончено в установленный правительством срок.

5. Научные исследования, полупромышленные и промышленные испытания новых технологических процессов по переработке сульфата натрия необходимо координировать по единому плану с таким расчетом, чтобы работы не дублировались и были направлены на решение важнейших народнохозяйственных задач.

Советский Союз является самой богатой страной в мире по запасам сульфата натрия и в ближайшие годы должен стать и наиболее крупным его производителем.

Совет по координации
и Западно-Сибирский филиал
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
13/IX 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. М. И. Кучин, Месторождения природной соды в Сибири и значение их для развития содовой промышленности. Жизнь Сибири, № 11—12, 1929.
2. М. И. Кучин, Сб. «Полезные ископаемые Западно-Сибирского края», т. II. Нерудные ископаемые, 1934.
3. И. Н. Гладцин, Материалы для изучения оз. Кучук и других минеральных озер Кулундинской степи. Изв. Всес. геолразвед. объединения, т. 51, 1932.
4. И. Н. Гладцин, Разведочные работы на соленых и горько-соленых озерах Славгородского округа и восточной части Кулундинской степи. Л., 1929.
5. В. П. Ильинский, А. В. Николаев, Приртышский соляной район. Тр. Совета по изуч. производит. сил АН СССР, ч. 1, 1931.
6. А. В. Николаев, Приртышские соляные озера. Изв. Ин-та физ. химии АН СССР, т. IV, вып. 2.
7. Кулундинская экспедиция АН СССР 1931—1933 гг., чч. 1—3, изд. АН СССР, 1934—1935 гг.
8. В. М. Букштейн, Оз. Кучук — база Кулундинского химического комбината. ЖХП, № 23, 1937.
9. О. Д. Кашкаров, Природная сода. Бюлл. Всес. н.-и. ин-та галургии, № 3, 1939.
10. А. Ф. Горбов, О зональности химического состава вод в Кулундинской степи. ДАН СССР, нов. сер., т. 81, № 5, 1951.
11. Е. С. Теленюк, Гидрохимия озера Танатар и питающих их вод. Тр. Всес. н.-и. ин-та галургии, вып. 24, 1952.
12. Н. И. Висягин, И. В. Новик, Бурлинское озеро и его гидрохимический режим в многолетнем цикле. Тр. Химико-металлург. ин-та ЗСФАН СССР, вып. 5, 1951.
13. Н. И. Висягин, Ю. П. Никольская, Г. Б. Бромберг, И. В. Новик, Обогащение каратуза оз. Бурлинского. Тр. Химико-металлург. ин-та ЗСФАН СССР, вып. 5, 1951.
14. Ю. П. Никольская, К вопросу формирования соляных озер Кулундинской степи. ДАН СССР, т. 101, № 3, 1955.
15. Н. И. Висягин, Ю. П. Никольская, М. Ф. Ляпунов, Пути промышленного освоения соляных богатств оз. Б. Ажбулат. Тр. Химико-металлург. ин-та ЗСФАН СССР, вып. 12, 1957.
16. Е. В. Посохов, Соляные озера Казахстана. Изд. АН СССР, 1955.
17. Р. Б. Бромберг, Об улучшении качества природной соды. ЖХП, № 5, 1946.
18. Р. Б. Бромберг, Пути рационализации добычи и переработки природной соды. ЖХП, № 1, 1947.
19. Р. Б. Бромберг, Обезвоживание природной соды. ЖХП, № 7, 1948.
20. Я. Б. Блумберг и В. В. Тимошенко, О технологической схеме получения содопродуктов из природного содового сырья. ЖХП, № 1, 1949.
21. Г. С. Седелников, Исследования водно-солевых систем типа природных содовых растворов. Автореферат дисс., 1954.
22. Г. С. Седелников, Получение соды из природных содовых растворов. Сообщ. 1, ЖПХ, т. 17, № 6, 1944.
23. Г. С. Седелников, Получение соды из природных содовых растворов. Сообщ. 2, ЖПХ, т. 18, № 7—8, 1945.
24. Ф. Н. Строков, Замена соды сульфатом натрия при получении глинозема из боксита методом спекания. Тр. Всес. магниевого ин-та, № 20, 1940.
25. А. И. Горбанев, Получение каустика и глинозема из сульфата натрия и боксита. ЖХП, № 12, 1952.
26. С. И. Вольфович, А. П. Белопольский, Б. А. Лебедев, Использование природного сульфата натрия для получения соды и сульфата аммония. ЖПХ, № 4, 1932.
27. А. И. Горбанев, Получение соды из сульфата натрия методом газового восстановления. ЖПХ, т. 27, № 8, 1954.
28. А. И. Горбанев, Исследование реакции восстановления сульфата натрия воздушным генераторным газом. ЖПХ, т. 27, № 9, 1954.
29. А. И. Горбанев, Исследование реакции восстановления сульфата натрия полуводяным газом. ЖПХ, т. 27, № 10, 1954.
30. В. В. Стендер, И. Я. Серак, Электролиз сульфата натрия, Trans. Electrochem. Soc., 68, 1935.
31. Десикан и Аровамутхан, Электролиз растворов сульфата натрия. Bull. Contr. Electrochem. Res. Inst., 2, № 2, 1955.
32. А. Б. Бектуров и Г. И. Людоговский, Фосфорные удобрения из Казахстанского сырья. Вестник АН Каз. ССР, № 9, 1955.

И. В. ГЕБЛЕР, К. К. СТРАМКОВСКАЯ

О ПОГЛОЩЕНИИ БУРЫМ УГЛЕМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ РАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ ИХ СОЛЕЙ*

В нашей работе о катионитовых свойствах бурых углей [1] дана характеристика с этой стороны гумусового бурого угля Рыбинского района Канского угленосного бассейна (Иршинская копь, пласты Иршинский и Новый).

В настоящей статье приводятся результаты исследования того же угля в отношении поглощения им, на основе катионирования и сорбции ионов, некоторых тяжелых металлов, а именно: меди, серебра и золота, находящихся в разбавленных водных растворах.

Названные пласты бурого угля залегают в отложениях юрского возраста. Оба пласта близки по составу. Аналитическая характеристика их следующая (табл. 1).

Таблица 1

W ^a , %	A ^c , %	S _{об} ^c , %	V ^r , %	C ^r , %	H ^r , %	O ^r , %	N ^r , %	Гуминовые кислоты на сухое веще- ство, %
16—18	4,50—6,70	0,35—0,70	45—49	68—70	4,3—4,4	23—26	1—1,1	28—33

Уголь обладает значительной механической крепостью, в воде не размокает.

Для поглощения тяжелых металлов из растворов их солей применялся метод фильтрования через угольный фильтр в условиях: крупность зерен угля — 0,5—0,25 мм, скорость фильтрования в лабораторном фильтре — 0,3—0,4 м/час при кажущемся времени контакта примерно 0,3 часа.

Опыты с медью. Через угольный фильтр пропусклся раствор сернокислой окиси меди, содержащий 3,1 г/л ионов меди, до уравнивания концентраций; при этом было поглощено 4,31% ионов меди по весу сухого угля. После обработки этого угля 6% раствором хлористого натрия и промывки водой было выведено 0,29% ионов Cu⁺⁺ по весу угля и осталось адсорбированными на угле 4,02% Cu⁺⁺; первое количество меди поглощено по реакции ионного обмена, а второе адсорбировано углем. Десорбция металла не происходит при обработке угля раствором поваренной соли и водой.

Так как при смягчении жесткой воды соли кальция и магния полностью удаляются в процессе регенерации угля раствором хлористого натрия, то, при условии, если в растворе солей меди присутствуют также

* Доложено на XI научной сессии Западно-Сибирского филиала АН СССР в марте 1957 г.

хлористый натрий и соли кальция и магния, поглощаться углем будет только медь. Эта сорбированная медь полностью выводится из угля разбавленной серной кислотой. После такой обработки уголь вновь поглощает ионы меди, но в меньшем количестве: примерно 1,22% по весу угля.

Из растворов с меньшей концентрацией (Cu⁺⁺ — 0,12 г/л) медь поглощается также достаточно полно. Последующий вывод металла кислотой позволяет получить растворы с концентрацией в десятки раз большей, чем исходная.

Аналогично этому уголь проявил себя по отношению к раствору комплексной соли [Cu(NH₃)₄]⁺⁺ SO₄⁻.

Опыты с серебром. Растворы азотнокислого серебра с различной концентрацией ионов серебра (Ag 6,3 г/л; 0,03 г/л; 0,003 г/л) подвергались фильтрованию через уголь в тех же условиях, что и растворы солей меди. Во всех случаях полное насыщение угля до уравнивания концентраций достигалось при поглощении 5,2% ионов серебра по весу угля; поглощенный металл полностью выводится из угля 10% азотной кислотой. Адсорбированное серебро может быть добыто и путем сжигания угля.

Ионы серебра поглощались углем также из раствора комплексной соли [Ag(NH₃)₂]⁺ Cl⁻. Вообще, как оказалось, металл поглощается углем на основе адсорбции и катионного обмена в том случае, если он является катионом в простой соли или входит в состав комплекса, функционирующего как катион.

Опыты с золотом. Работа производилась с двумя растворами хлорного золота (AuCl₃), содержащими 12,9 мг/л и 0,645 мг/л ионов золота Au⁺⁺⁺.

Для обоих растворов после пропускания их через уголь и сокращения путем выпаривания первого в 5 и второго в 60 раз реакция с хлористым оловом (Кассиев золотой пурпур) не обнаруживала золота.

При пропускании золотосодержащего раствора через уголь наблюдается восстановление золота до металла за счет легко окисляющихся гуминовых кислот, с которыми раствор тесно соприкасается на большой поверхности, подобно тому, как это имеет место при реагировании хлорного золота со щавелевой кислотой.

Восстановление золота наблюдается визуально по постепенному изменению окраски первоначально черных зерен угля на красновато-бурую.

В последнее время (1947 г.) в некоторых источниках Сочи-Магистинского курорта обнаружено присутствие золота от ничтожного количества до 38 мг/м³ [2]. В связи с этим нами был приготовлен водный раствор с содержанием ионов золота 12,5 мг/м³ (в виде хлорного золота) и с минеральным составом, средним для этих вод, а именно: в 1 л дистиллированной воды растворено NaCl — 8,9 г, CaCl₂ — 1,6 г, MgCl₂ — 0,47 г, MgSO₄ — 0,40 г. 100 л этого раствора пропущены через угольный фильтр, содержащий 100 г сухого угля; после этого уголь сожжен, причем получено 5,6 г золы, в которой найден 1 мг золота, выделенного в виде королька. Таким образом, в данном опыте извлечено золото в присутствии других солей в количестве 80% от имевшегося в растворе, причем уголь, по-видимому, не был вполне насыщен.

Подобно меди и серебру, золото поглощается бурым углем в том случае, если является катионом. В соответствии с этим оно не поглощается из цианистых растворов, так как находится там в виде аниона в комплексе Na⁺[Au(CN)₂]⁻.

В дальнейшем нами проведены опыты непосредственно в Магесте. Были взяты пробы вод скважины № 4 (из смешительного отделения), скважины № 5 (из ее головки) и источника на «Минеральной площадке» Старой Магесты.

Угольные фильтры состояли из зерен угля обычной крупности 0,5—0,25 мм, помещенных в стеклянной колонке между слоями ваты. Скорость пропускания воды составляла 1,2—1,3 л/час. После пропускания воды угли были сожжены. Результаты опытов представлены в табл. 2.

Таблица 2

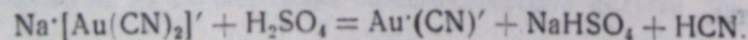
Источник воды	Количество угля в фильтре, г	Количество пропущенной воды, л	Количество золы, г
Скважина № 4	350	192	33,4
Скважина № 5	150	105	12,50
Источник на «Минеральной площадке»	120	41	10,88

Спектроскопическое определение золота в золе, выполненное в лаборатории ЗСФАН СССР, дало для первых двух проб величины порядка 0,001% (10 г на тонну золы) и для третьей пробы — от 0,01 до 0,001% (100—10 г на тонну золы). В соответствии с этим количество извлеченного золота на 1 м³ воды составляет: в скважине № 4 — 1,72 мг, № 5 — 1,10 мг, в источнике на «Минеральной площадке» — от 2,7 до 27 мг. Угли в этих опытах не были насыщены золотом.

При флотации полиметаллических руд, содержащих золото, последнее иногда не полностью выделяется в концентрат и частично уходит в хвосты, находясь, вероятно, в виде каких-то растворимых в воде соединений или же в виде тончайших металлических частичек; более крупные из таких частичек из-за их высокого удельного веса не поднимаются воздушными пузырьками и, следовательно, не идут в ионную фазу, которая по своим свойствам является нормальной для флотации таких минералов, как галенит, цинковая обманка и др. В связи с этим явилась мысль повысить содержание золота в свинцовом концентрате путем добавки в пульпу тонко измельченного бурого угля. Соответствующие опыты были осуществлены на Лениногорской обогатительной фабрике при селективной флотации риддерской свинцово-цинковой руды с выделением первоначально свинцового концентрата; влияние цинковой обманки подавлялось при этом цинковым купоросом в содовой среде. При одном и том же реагентном режиме опыты производились как в обычных условиях, т. е. без добавки бурого угля в пульпу, так и с добавкой его из расчета 1 кг на тонну руды. Свинцовый концентрат анализировался в лаборатории фабрики. Найдено, что содержание золота в нем при добавке угля в пульпу увеличивается в среднем на 5—6 г/т; извлечение серебра также несколько повышается.

Руководство фабрики в своем заключении о результатах опыта отметило, что добавка бурого угля не нарушает нормального хода флотации и не требует никаких изменений в режиме флотации и в технологической схеме.

На золотоизвлекательных фабриках при извлечении золота растворами цианистого натрия оно образует комплекс $\text{Na}^+[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ и находится в анионе. Из такого раствора бурый уголь золота не извлекает. Но в дальнейшем шламы, получающиеся после соединения золота из цианистых растворов, обычно обрабатываются разбавленной серной кислотой с последующей промывкой водой. При этом происходит разрушение цианистого комплекса:



Из раствора $\text{Au}^+(\text{CN})^-$ бурый уголь должен поглотить золото. Таким образом, в производстве при установке буроугольных фильтров можно уменьшить потери золота с промывными водами, достигающие, по И. Н. Плаксину [3], 0,84 г/т.

Воды морей и океанов, в особенности полярных, как показал Зонштадт еще в 1872 г., всегда содержат золото. Полагают [4], что этому содействует свободный йод, выделяемый из йодистых металлов в результате воздействия на них микроорганизмов.

По Мюнстеру (1892 г.), вода норвежских фиордов содержит около 5 кг золота на тонну воды.

Д. И. Менделеев, считая такое количество достойным практического использования, писал: «... ныне уже можно утверждать по громадности массы морской воды, что со временем найдутся способы выгодно уединять золото из морской воды, приведя ее в прикосновение с веществами, осаждающими на себя золото» [4].

Позднейшими работами Габера и его сотрудников [5], относящимися к 1926 г., установлено, что содержание золота в воде различных морей крайне неодинаково и колеблется в пределах от долей миллиграмма до 8,46 мг на тонну воды, причем в северных морях его больше, чем в южных.

Если золото в морской воде находится в виде катиона, то извлечение его бурым углем вполне возможно. Это было доказано опытами с искусственно приготовленной водой с соевым составом, соответствующим в среднем морской воде и содержащей хлорное золото.

В воде морей и океанов находится также серебро, при этом в больших количествах, чем золото. Имеющиеся данные о содержании серебра в морской и океанической воде весьма разноречивы. Габер приводит цифры немецкой океанографической экспедиции для одного пункта в Атлантическом океане (42-я параллель ю. ш.): серебра в поверхностных слоях воды найдено 4,6 мг/м³, а на глубине 2000 м — до 8,9 мг/м³. По Бергу [6], содержание серебра в океанической воде колеблется от 20 до 170 мг/м³.

Вследствие некоторой растворимости хлористого серебра в растворах хлористых щелочных металлов, серебро в воде морей находится, вероятно, в виде хлористой соли, количество которой, по-видимому, зависит в некоторой степени от содержания в воде хлористого натрия (для океанической воды содержание NaCl колеблется примерно в пределах 22,5—27 г/л). Из раствора хлористого серебра металл должен поглощаться бурым углем.

Рентабельность извлечения золота и серебра из морской воды зависит, конечно, от их содержания в этой воде. Здесь необходим непосредственный опыт, который, как нам представляется, мог бы быть осуществлен в следующих условиях.

На одном из пароходов, совершающих рейсы в арктических морях (на линиях Архангельск—Мурманск, Архангельск—Новая Земля—Северная Земля и др.) устанавливается опытный фильтр, вмещающий, например, 1 м³ (600 кг) угля в зернах 0,5—0,25 мм, а также кварцевый фильтр для задержания взвешенных частиц. Вода на фильтры в последовательности кварц—уголь подается центробежным насосом, примерно в количестве 10 м³ в час. По истечении, например, 100 суток уголь сжигается. При этом получится около 30—35 кг золы, в которой будет содержаться золото и серебро, поглощенные из 24000 м³ морской воды. Металлы легко могут быть выделены из золы обычным путем. Стоимость такого опыта ничтожна; расход электроэнергии мотором насоса при данной производительности для манометрической высоты подъема воды, например, в 8 м составит 0,7—0,8 квт-ч.

Такой опыт дал бы возможность вынести суждение об экономической целесообразности извлечения золота и серебра из морской воды в указанных условиях.

Томский политехнический институт

Поступила в редакцию
5/IX 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. И. В. Геблер, К. К. Страмковская, К вопросу о катионитовых свойствах гумусовых бурых углей и о возможности применения их для водоумягчения. Изв. Томского политехнич. ин-та, т. 82, 1956.
2. К. С. Заверев, В. М. Левченко, Е. И. Миллер, Об открытии золота в мацестинской воде. Гидрохимические материалы, т. XIII, изд. АН СССР, 1947.
3. И. Н. Пласин, Д. М. Юханов, Гидрометаллургия. Metallurgizdat, 1949.
4. Д. И. Менделеев, Основы химии, т. II, стр. 656. Госхимиздат, 1947.
5. F. Haber, Das Gold im Meerwasser. Zeitschr. v. angew. Chemie, 40, 1927.
6. Г. Берг, Геохимия месторождений полезных ископаемых. Гостоптехиздат, 1937.

Г. Е. БАКАНОВ

О НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ РАЗРАБОТКИ ПОЛЕЙ ОСНОВНЫХ ШАХТ ПРОКОПЬЕВСКОГО РУДНИКА В КУЗБАССЕ*

В 1954—1955 гг. кафедра разработки рудных месторождений Томского политехнического института проводила исследования буровзрывных работ при проходке горизонтальных выработок по породе в Прокопьевске (руководитель Г. Е. Баканов, исполнитель М. К. Цехин). Осуществляя руководство этими исследованиями, мы имели возможность ознакомиться с производством работ по добыче угля на руднике. В результате этого были выявлены некоторые показатели, имеющие значение для общей характеристики разработки полей основных шахт крупнейшего в Кузбассе Прокопьевского рудника.

Извлечение и потери угля при разработке шахтных полей

Для установления коэффициента извлечения угля при разработке шахтных полей в Прокопьевске были собраны необходимые данные на трех крупных шахтах рудника: им. Ворошилова, 3—3-бис и им. Калинина.

В пределах поля шахты им. Ворошилова было добыто всего 4162,06а и потеряно 2044,20а т угля (а — условно принятое число). При таком соотношении добытого и потерянного угля коэффициент извлечения его на данной шахте получился равным 0,670. Найденные по таким же данным коэффициенты извлечения угля на шахтах 3—3-бис и им. Калинина оказались соответственно равными 0,653 и 0,742, а средний для трех перечисленных шахт — 0,676 (табл. 1).

Таблица 1

Добыча угля и его потери

Показатели	Шахты			Итого по трем шахтам
	им. Ворошилова	3—3-бис	им. Калинина	
Добыто угля Q_1 т	4162,06а	4013,20а	1957,68а	10132,94а
Потеряно угля Q_2 т	2044,20а	2132,74а	679,36а	4856,30а
Добыто и потеряно угля $Q = Q_1 + Q_2$ т	6206,26а	6145,94а	2637,04а	14989,24а
Коэффициент извлечения угля $\frac{Q_1}{Q}$	0,670	0,653	0,742	0,676
Потери угля $100 \cdot \frac{Q_2}{Q} \%$	33	34,7	25,8	32,4

* Печатается в порядке обсуждения. — Ред.

При установленных коэффициентах извлечения потери угля составляют на шахте им. Ворошилова 33%, на шахте 3—3-бис — 34,7% и им. Калинина — 25,8%. В среднем по всем шахтам — 32,4%.

Приведенные данные показывают, что потери угля в Прокопьевске весьма велики. Между тем никаких радикальных мер к их снижению пока не принимается.

Размеры шахтных полей и удельные запасы угля

Поле шахты им. Ворошилова располагается почти меридионально, длина его около 6,3 км, ширина на южной границе — 1,35 и на северной — около 0,4 км. Площадь поля ~ 6,02 км².

Шахта 3—3-бис расположена между шахтами им. Сталина и «Черная гора». В северо-западной части поле имеет длину около 1,5 км, на восточной границе — почти 3,0 км, ширина его на севере — 2,35, на юге — около 0,8 км. Площадь поля ~ 4,5 км².

Поле шахты им. Калинина имеет длину ~ 4 км, ширину 0,85 — 1,15 км, площадь — около 4 км².

Удельные балансовые запасы угля (балансовые запасы на 1 м по высоте поля), как видно из табл. 2, по категориям А + В составляют: шахта им. Ворошилова — 100,7а т, 3—3-бис — 86,4а т и им. Калинина — 65,7а т. По категориям А + В + С — соответственно 148,4а, 107,5а и 110,2а т.

Производительность шахт и интенсивность разработки шахтных полей

Годовая производительность рассматриваемых шахт, по данным 1955 г., такова: шахта им. Ворошилова — 272,8а, 3—3-бис — 210а и им. Калинина — 158,4а т.

При такой сложной структуре месторождений, как в Прокопьевском районе, наиболее надежным показателем интенсивности разработки шахтных полей является годовое понижение уровня горных работ на шахтах. Среднее значение этой величины можно находить следующим образом. Пусть H — высота части шахтного поля, балансовые запасы которой Q известны. Тогда годовое понижение уровня горных работ на данной шахте

$$V = \frac{H}{\tau} = \frac{A_{\text{год}} H}{K_n Q} = \frac{A_{\text{год}}}{K_n q},$$

где τ — срок разработки запасов Q ;

K_n — коэффициент извлечения угля при разработке поля шахты;

$A_{\text{год}}$ — годовая производительность шахты;

q — удельные балансовые запасы шахтного поля, т/м.

Вычисленные значения V для трех взятых шахт даны в табл. 2. Из этой таблицы видно, что показатели интенсивности разработки полей, найденные для шахты им. Ворошилова, 3—3-бис и им. Калинина, по запасам А + В варьируют в пределах 4,04—3,25 м в год, по запасам А + В + С — в пределах 2,82—1,94 м в год.

Найденные значения годового понижения уровня горных работ показывают, что в Прокопьевске интенсивность разработки шахтных полей очень низка. Шахтные поля используются весьма слабо. В этом отношении здесь имеются большие резервы, реализация которых может дать

Таблица 2

Запасы угля и интенсивность разработки

Показатели	Шахта		
	имени Ворошилова	3—3 бис	имени Калинина
Горизонты, м	60—220	115—265	60—220
Высота части шахтного поля, м	160	150	160
Запасы по категориям А + В, т	16107,9а	12957,8а	10512,7а
Запасы по категориям А + В + С, т	23735,3а	17193,8а	17626,6а
Годовая производительность шахт, т	272,8а	210а	158,4а
Коэффициент извлечения угля	0,670	0,653	0,742
Уд. запасы угля по категориям А + В, т/м	100,7а	86,4а	65,7а
Уд. запасы угля по категориям А + В + С, т/м	148,4а	107,5а	110,2а
Годовое понижение уровня горных работ по запасам А + В, м/год	4,04	3,72	3,25
То же по запасам А + В + С	2,74	2,82	1,94

значительное увеличение съема угля с единицы площади шахтного поля.

Срок разработки этажей высотой 80—100 м в 12—15 лет для условий Прокопьевского рудника надо считать предельным. Поэтому необходимо стремиться, чтобы понижение уровня горных работ на прокопьевских шахтах было не менее 6—8 м за год.

Следовательно, при таких полях, какие имеют рассматриваемые шахты, на них надо добывать угля минимум в 1,5—2,0 раза больше, чем в настоящее время. Для этого, наряду с добычей коксовых углей, надо быстрее выработать остатки энергетических углей на верхних горизонтах. В новых этажах коксовые и энергетические угли следует выработать одновременно, обеспечив для этого шахты, если это необходимо, дополнительными выработками, подъемными установками и сооружениями на поверхности.

Только одно это резко повысит интенсивность разработки полей, частично снизит потери угля и устраним большие траты средств на поддержание выработок в этажах, где еще имеются запасы угля, пригодного к выемке.

Скорость проведения выработок

Средняя скорость проведения основных выработок (квершлагов, левых и пластовых штреков) показана в табл. 3.

Таблица 3

Средняя скорость проведения выработок в м/мес. (1955 г.)

Наименование шахт	Квершлаг	Полевые штреки	Пластовые штреки
им. Ворошилова	26,8	31,6	41,4
им. Калинина	21,2	49,0	43,0
3—3-бис	48,0	—	91,0

Выводы

1. Разработка Прокопьевского каменноугольного месторождения ведется с очень большими потерями угля, достигающими на отдельных шахтах почти 35% (шахта 3—3-бис). Это обстоятельство заставляет обратить особое внимание на использование месторождения, которое вполне заслуженно в СССР называется «Жемчужиной Кузбасса».

2. Интенсивность разработки шахтных полей на Прокопьевском руднике находится на очень низком уровне. Понижение уровня горных работ (по запасам $A + B + C$) составляет всего 2—3 м в год. На шахтных полях, какие имеют основные шахты рудника, ежегодно надо добывать угля минимум в 1,5—2,0 раза больше, чем в настоящее время.

3. На руднике очень низка скорость проведения основных горизонтальных выработок по породе (квершлаг и полевые выработки — 21—49 м). В этом отношении рудник далеко отстает от передовых горных предприятий Советского Союза. Прямым следствием такого положения с проходкой подготовительных выработок является и недостаточная интенсивность разработки шахтных полей рудника.

4. По нашему мнению, комбинату «Кузбассуголь» и «Кузбассгипрошахту» надо незамедлительно разработать мероприятия по интенсификации и лучшему использованию шахтных полей действующих шахт в Прокопьевске. Это имеет большое народнохозяйственное значение.

Томский политехнический институт

Поступила в редакцию
30/VIII 1957

Г. Г. ФЕДОРОВА

ЭКСПРЕССНЫЙ МЕТОД СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГЛИН КАК ЗАЙЛОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Распространенным и эффективным средством предупреждения, а также тушения подземных пожаров эндогенного происхождения является заиливание выработанных пространств глинистыми суспензиями. Для успешного проведения зайловочных работ глины должны легко размываться, беспрепятственно в виде суспензии перемещаться по пульпопроводу, создавать надежную изоляцию угля от доступа воздуха. Состав и свойства глин различных участков даже одного и того же месторождения чрезвычайно разнообразны. Поэтому для эффективного заиливания необходимо предварительно оценивать качество глин, глинистых суспензий и устанавливать оптимальную консистенцию их для заиливания. Однако в производстве зайловочных работ возникают затруднения при оценке качества глин и их суспензий из-за отсутствия метода, позволяющего производить указанную оценку в короткие сроки. Разработка такого экспрессного метода и является основной целью настоящей работы, которая была выполнена на глинах Челябинского угольного бассейна.

Устойчивость глинистых суспензий и существующие методы ее оценки

Основным критерием в оценке качества глинистых суспензий, используемых для заиливания, является их устойчивость. Если устойчивость очень мала, то суспензия не может перемещаться по пульпопроводу из-за образующихся в нем пробок. Наоборот, если устойчивость очень высока, то скапливание больших объемов суспензии создает угрозу прорыва ее в выработки. Поэтому для заиливания необходимо устанавливать такую оптимальную консистенцию суспензии, при которой она может беспрепятственно перемещаться по пульпопроводу без заметного в нем расфракционирования, а в спокойном состоянии легко отделять воду и уплотняться.

Устойчивость глинистой суспензии отражает собой способность системы сохранять свою структуру. Однако характерной и отличительной чертой всех термодинамически неустойчивых коллоидно-дисперсных систем, к которым относятся глинистые суспензии, является непрерывное изменение их структуры в процессе оседания. Вследствие этого, применяя понятие «устойчивость» к таким системам, следует иметь в виду, что речь идет об относительной устойчивости, которая отражает способность системы сохранять некоторую определенную структуру в течение того или другого времени.

В свете современных представлений, развиваемых акад. П. А. Ребиндером [1—3], структура глинистой суспензии рассматривается как сетчатый каркас, состоящий из глинистых частиц. Этот каркас включает в себя иммобилизованную воду. Сетчатое строение его объясняется тем, что гли-

нистые частицы имеют анизодиаметрическую форму, и активность молекулярных взаимодействий оказывается большей на углах, ребрах, неровностях поверхности частиц, чем по плоскостям. Взаимодействуя между собою, такие частицы образуют сетчатый каркас.

Глинистые частицы также активно взаимодействуют и с молекулами воды и ионами растворенных в ней солей. Взаимодействие с водой способствует распределению и удержанию частиц в воде, а также дальнейшему дроблению в ней глинистых агрегатов. В результате активного взаимодействия частиц с водой их поверхность покрывается сгущенным слоем молекул воды — гидратной оболочкой. Молекулы воды этой оболочки обладают аномальными свойствами; проникая в микротрещины и щели на поверхности частиц, они разрушают, дробят их [4].

При взаимодействии частиц между собою гидратные оболочки ослабляют прочность существующей между ними связи и придают эластичность всему каркасу. При полном вытеснении гидратных оболочек по месту контакта частиц весь каркас приобретает повышенную механическую прочность, но вместе с тем и хрупкость. Структуры такого типа называются коагуляционными. Характерно, что эти структуры способны при механическом воздействии на них разрушаться, а после прекращения его восстанавливаться, т. е. они представляют собою обратимые коагуляционные тиксотропные структуры. В их формировании особую роль играют молекулярные силы взаимодействия.

В густых пастах, в осадках связь между частицами становится более прочной, так как там помимо молекулярных сил выступают химические силы взаимодействия. Структуры такого типа называются конденсационно-кристаллизационными [3]. Они необратимы.

В глинистых суспензиях одновременно происходит развитие двух процессов: структурообразования и в той или иной степени диспергации глинистых частиц под действием гидратных оболочек. Кроме того, вследствие большой разницы в удельном весе глины и воды в суспензии, при спокойном ее стоянии одновременно со структурообразованием происходит оседание и уплотнение структуры. Все эти процессы и отражаются в изменении устойчивости суспензии. Изменение последней хорошо фиксируется по опусканию границы раздела между оседающей суспензией и выделяющейся из нее водой.

Существуют различные методы оценки качества глин и глинистых суспензий. В качестве критерия при оценке качества глинистых суспензий М. А. Гердовым [5] взята устойчивость ее, соответствующая наибольшему упрочению рыхлого сетчатого каркаса благодаря его простому оседанию под действием силы тяжести до наступления его упрочения при оседании за счет перегруппировок звеньев каркаса. Им было установлено, что каждая глина имеет свою «критическую» концентрацию, которой и соответствует состояние наибольшего упрочения рыхлого каркаса при переходе от процесса быстрого оседания суспензии к процессу ее медленного оседания.

Весовая величина «критической» концентрации и соответствующее ей «критическое» время устойчивости у различных глин не одинаковы. Поэтому обе эти величины были положены в основу метода сравнительной оценки качества глинистых пульп.

Для нахождения «критических» концентраций и «критических» времен устойчивости производятся наблюдения за изменением устойчивости суспензий различных концентраций (от 8 г/100 см³ до 64 г/100 см³, с интервалом в 8 г/100 см³) по скорости опускания границы раздела между оседающими суспензиями и выделяющейся из них водой. Для этого готовится набор трубок или цилиндров с суспензиями различных concentra-

ций. Устойчивость при меньших концентрациях суспензий устанавливается графически по перегибу седиментационных кривых, а для больших концентраций — по спаду выпуклых участков на седиментационных кривых. Величины начальных скоростей оседания суспензий находятся как средние скорости оседания за первые несколько минут от начала эксперимента. Затем на основании полученных величин в зависимости от концентраций суспензий строятся две кривые: кривая изменения устойчивости и кривая начальных скоростей оседания суспензий. Для нахождения величины «критической» концентрации из максимума первой кривой опускается перпендикуляр на ось абсцисс и экстраполируется крутая ветвь второй кривой также на ось абсцисс (ось концентраций) и по пересечению ими оси абсцисс находится «критическая» концентрация [5].

Исследования поведения суспензий различных глин, взятых при «критических» концентрациях показали, что в них не происходит расфракционирование грубодисперсных частиц и выделение песка. Благодаря высокой общей прочности структуры песок распределяется по всему объему. При спокойном стоянии суспензии, вследствие того, что в ней продолжается процесс дальнейшего упрочения структуры благодаря происходящей перегруппировке звеньев ее каркаса из нее быстро выделяется вода, и осадок уплотняется. Из всего этого следует, что «критическая» концентрация является наиболее оптимальной для заиливания.

В ВостНИИ [6] был разработан более простой метод определения устойчивости глинистой суспензии по разности удельных весов равных ее объемов — по 50 см³ взятых из исходных 100 см³ суспензии, после 30-минутного стояния всего приготовленного (100 см³) объема. Этот метод, хотя и является более экспрессным, чем первый, и позволяет оценивать коллоидальность глин, их запесоченность, устойчивость суспензии, не отражает кинетики процесса оседания суспензии, а для успешного проведения заилочных работ необходимо иметь представление о скорости оседания глинистой суспензии.

Так как метод М. А. Гердова отличается сложностью определений, требует квалифицированного исполнения, а метод, разработанный в ВостНИИ, не позволяет проследить кинетику оседания глинистых суспензий, мы поставили перед собою задачу разработать более простой метод оценки качества глинистых суспензий, в основе которого лежала бы кинетика их оседания.

Экспрессный метод сравнительной оценки качества глинистых суспензий

При разработке экспрессного метода в его основу был положен тот же критерий устойчивости, что и в методе М. А. Гердова, однако вместо дифференцированных исследований зависимости устойчивости глинистых суспензий от концентраций и последующего суммирования этих эффектов с целью нахождения «критической» концентрации исследуется непосредственно суммарный эффект изменения устойчивости по непрерывному оседанию одной суспензии вплоть до ее уплотнения. Мы исходили из того, что в оседающей суспензии любой малой концентрации постепенно повышается содержание глины в единице объема, т. е. ее концентрация увеличивается. Следовательно, в процессе оседания суспензия приобретает все большие последующие концентрации, включая и «критическую».

Кривая оседания любой суспензии малой концентрации состоит из двух ветвей — крутой и пологой (рис. 1). Область перехода от одной ветви к другой отражает собою переход от процесса быстрого оседания суспензии к процессу ее медленного оседания и уплотнения структуры. В области истинных концентраций, соответствующей этой части кривой,

имеет место заметное уплотнение и упрочение структуры. Как установил М. А. Гердов перегиб на кривой оседания соответствует наибольшему уплотнению и упрочению рыхлой структуры суспензии при ее простом оседании. Следовательно, концентрации оседающей суспензии в этой области и являются наиболее пригодными для оценки качества глинистых суспензий по выбранному нами критерию устойчивости. Зная исходную величину концентрации суспензии, нетрудно определить истинную концен-

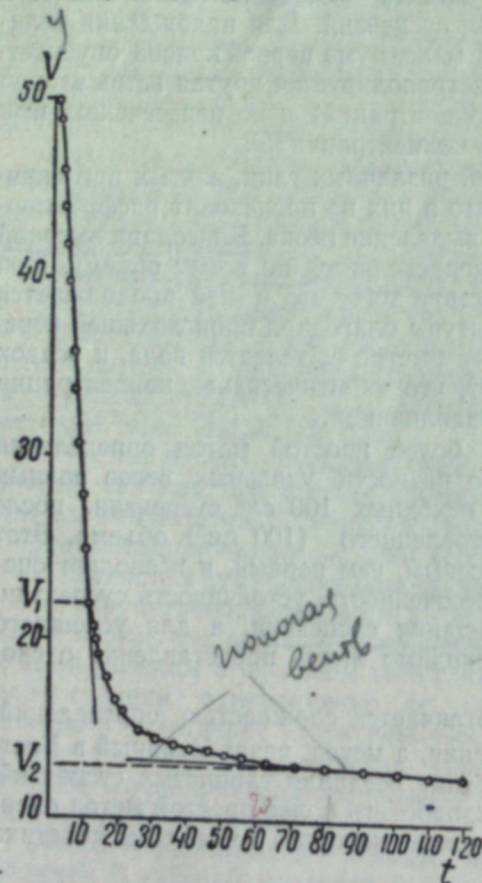


Рис. 1. Изменение устойчивости глинистой суспензии.

По оси ординат v — объемы суспензий в см^3 , по оси абсцисс t — время оседания суспензии в мин.

ный не только с простым ее концентрированием, но и с некоторым частичным при этом выпадении грубодисперсных частиц.

Ясно, что чем меньше будет исходная концентрация суспензии, избранная для ее определения по предлагаемому методу, тем от большего числа различных концентраций в процессе ее оседания можно будет воспроизвести изменение устойчивости глинистой суспензии и установить ту из них, которая соответствует «оптимальной». Но избранная для исследования концентрация суспензии должна быть, с одной стороны, достаточно большой для того, чтобы в ней в первый же момент наблюдения была четкая граница раздела между оседающей суспензией и отделяющейся водой, с другой стороны, — она должна быть достаточно малой, значительно меньшей искомой «оптимальной» концентрации.

трацию в любой точке кривой.

При исследовании нами было установлено, что независимо от начальных (достаточно малых) концентраций суспензии одной и той же глины, область перегиба кривой всегда соответствует почти одним и тем же истинным концентрациям оседающей суспензии. Поэтому, если взять суспензии различных глин с одинаковыми по величине исходными концентрациями, то в зависимости от их качества должно наступить упрочение структуры в разные моменты времени и при различных истинных концентрациях. Эти истинные концентрации и времена начала упрочения структуры должны играть роль «критических» концентраций и «критических» времен устойчивости. Такие концентрации, соответствующие наибольшему упрочению структуры при оседании суспензии, нами названы «оптимальными».

Однако следует иметь в виду, что «оптимальные» и «критические» концентрации не тождественны, так как за «критическую» концентрацию принимается исходная концентрация суспензии, а определяемая по экспрессному методу «оптимальная» концентрация соответствует суспензии, уже прошедшей процесс оседания, связан-

Методика определения

Берут навеску 7 г глины, высушенной и просеянной через сито с отверстиями 0,5 мм, помещают ее в фарфоровую чашку и приливают туда 5 см^3 дистиллированной воды. В течение 5 мин. содержимое чашки размешивают и растирают резиновым пестиком для лучшего смачивания глины. После этого суспензию переносят в градуированный цилиндр на 50 см^3 , где ее объем доводят до метки 50 см^3 . В течение 15 мин. цилиндр ритмично встряхивают (ежесекундно опрокидывают), затем проводят наблюдение за скоростью опускания границы раздела (суспензия — вода).

Наблюдение можно одновременно проводить за 5—6 цилиндрами. Результаты его заносят в журнал, причем в течение первых 40 мин. как можно чаще (через 1—2 мин.), в остальное же время — через 5 мин. Опыт длится 2 часа.

Экспериментальные данные оформляют графически в виде кривых $v = f(t)$. На оси ординат откладывают объемы суспензии v , по оси абсцисс — величины времени t оседания суспензии в минутах (рис. 1).

Для нахождения «оптимальной» концентрации продолжают обе прямые ветви кривой оседания — крутую и пологую — и находят точки начала сопряжения их с переходной частью кривой, как точки отрыва кривой от продолжения ее ветвей. Из точек отрыва опускают перпендикуляры на ось ординат, которые отсекают объемы v_1 и v_2 .

Зная исходную концентрацию глинистой суспензии в объеме 50 см^3 , можно рассчитать, чему равна ее истинная концентрация в объемах v_1 и v_2 , выраженная для удобства расчетов в граммах на 100 см^3 суспензии. Из найденных таким образом концентраций суспензии в объемах v_1 и v_2 «оптимальная» концентрация определяется, как их среднеарифметическая величина. Опуская перпендикуляры из точек отрыва на ось абсцисс, находят «оптимальное» время устойчивости суспензии, соответствующее ее «оптимальной» концентрации.

Для практических целей определяется не «оптимальная» концентрация, а консистенция пульпы, т. е. соотношение в ней твердого и жидкого ($T : Ж$). Консистенция пульпы K рассчитывается в весовых единицах в объеме v_1 и v_2 по формуле

$$K = T : Ж = \frac{a \cdot d_g}{v \cdot d_g - a}, \quad \text{где} \quad K = \frac{K_1 + K_2}{2}$$

v — объем оседающей суспензии в см^3 (в нашем примере это v_1 или v_2).

a — вес глины в оседающем объеме суспензии;

d_g — удельный вес глины в г/см^3 .

«Оптимальная» консистенция определяется как среднеарифметическая величина консистенций в объеме v_1 и v_2 .

Для облегчения и ускорения процедуры определения «оптимальной» консистенции в производственных условиях целесообразно использовать график зависимости между изменением объема оседающей суспензии v и ее консистенцией K для соответствующих удельных весов глин — $v = f(K)$.

Воспроизводимость результатов зависит от способа приготовления глинистой суспензии. Это видно на графиках рис. 2, где приведены кривые оседания суспензии двух глин, приготовленных встряхиванием (кривая 1) и растиранием в виде пасты (кривая 2). На рис. 2а представлены кривые для низкосортной челябинской глины, содержащей свыше 30 % песка, с основной массой глинистых частиц при дисперсности $> 5\mu$. На рис. 2б представлены кривые для высокосортной глины, содержащей $< 5\%$ песка, с основной массой высокодисперсных частиц $< 2\mu$.

Характер изменения кривых устойчивости глинистых суспензий и соответствующие величины их «оптимальных» концентраций зависят от способа подготовки суспензий. Чем выше коллоидальность глин, тем чувствительнее они к способу подготовки. Следовательно, только при условии строгого соблюдения одного и того же способа подготовки суспензии к исследованию можно получить сравнимые величины, характеризующие качество сырья.

Погрешность предлагаемого экспрессного метода составляет 3%.

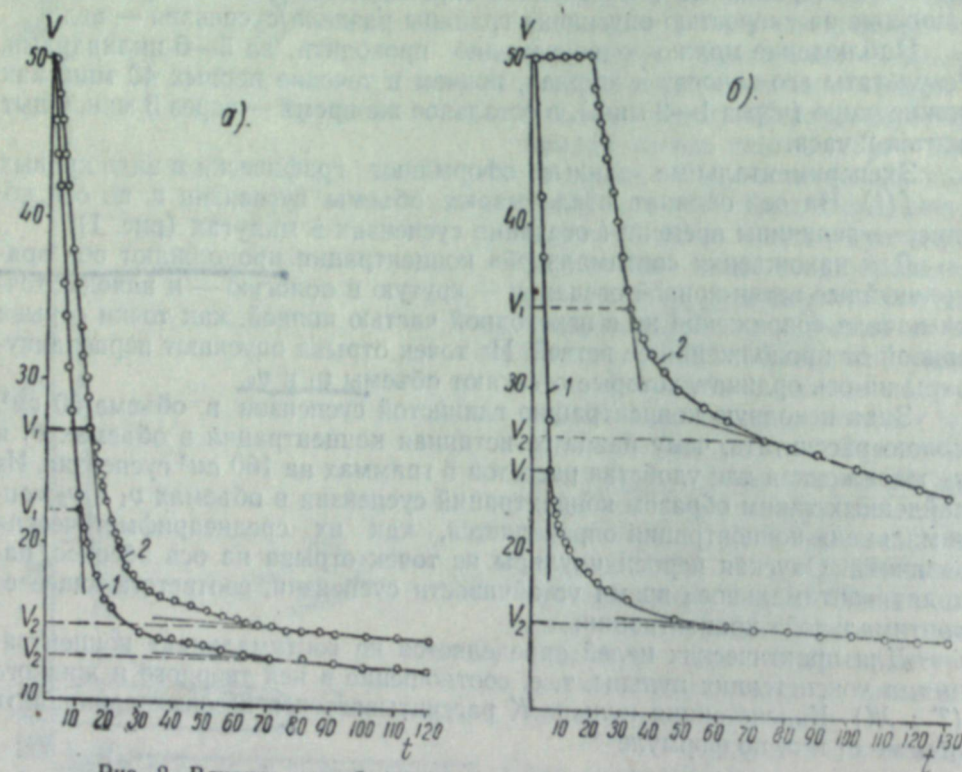


Рис. 2. Влияние способа подготовки суспензии на ее устойчивость.
а — низкосортная глина; б — высокосортная глина. 1 — способ 15-минутного встряхивания, 2 — пластовый способ растирания в течение 30 мин.

Сравнение результатов оценки качества глинистых суспензий по методу М. А. Гердова и экспрессному методу

Для сопоставления величин «критических» и «оптимальных» концентраций суспензии из глин с различными коллоидно-химическими свойствами было взято 6 образцов глин.

Анализируя результаты оценки качества глин и глинистых суспензий по двум методам (табл. 1), необходимо отметить, что у образцов челябинских глин № 1, 2, 3 глинистая часть составляет > 90%, коллоидный комплекс* по MgO — > 44%, «оптимальные» и «критические» концентрации суспензий не превышают 30 г/100 см³. У образцов челябинских глин № 4, 5, 6, представленных более низкосортными глинами, глинистая часть не больше 70%, коллоидный комплекс по MgO < 34%, «оптимальные» и «критические» концентрации выше 32 г/100 см³.

* Коллоидный комплекс — объем осадка суспензии концентрации 15 г/100 см³ через сутки, приготовленный на 1% суспензии MgO.

Таблица 1

Зависимость «оптимальных» и «критических» концентраций от коллоидно-химических свойств глин

№№ образцов	1	2	3	4	5	6
№№ шахт	4—6	4—6	4—6	4—6	7—8	18 накл.
Скважина, стенки шурфов у скважин	183, северная стенка (средняя часть)	183, восточная стенка (нижняя часть)	183, восточная стенка (средняя часть)	183, восточная стенка (верхняя часть)	шурф 2 (смерь глин)	192—218 северная стенка (верхняя часть)
Содержание глинистой части в %	97,93	94,08	94,5	69,28	63,85	52,5
Содержание песка в %	2,07	5,92	5,50	30,72	36,15	47,5
Удельный вес глины	2,16	2,17	2,17	2,35	2,50	2,63
Коллоидный комплекс в % (объемах) по MgO	62	44	58	34	30	26
v_1	31,0	27,0	30,0	24	22	20
v_2	23,0	19,6	19,6	17,0	13,0	12,5
$T_1 : Ж_1$	1 : 4,0	1 : 3,4	1 : 3,8	1 : 3,0	1 : 2,7	1 : 2,4
$T_2 : Ж_2$	1 : 2,85	1 : 2,4	1 : 2,4	1 : 1,85	1 : 1,4	1 : 1,4
$T_{opt} : Ж_{opt}$	1 : 3,42	1 : 2,8	1 : 3,1	1 : 2,3	1 : 2,0	1 : 1,8
t_{opt}	55	32	47	27	25	21
Концентрация «оптимальная» в г/100 см³ по экспресс-методу	26	28,5	26,5	35,6	41,6	42
Концентрация «критическая» в г/100 см³ по методу М. А. Гердова	26,0	30,7	29,0	35,0	42,8	45,5
	24	28	26	32	40	42

Сопоставляя величины «оптимальных» и «критических» концентраций для одних и тех же, в особенности запесоченных, глин видим, что «оптимальные» концентрации несколько больше «критических». Однако расхождения в величинах «оптимальной» и «критической» концентрации не превышают 2—3 г/100 см³, в то время как погрешность по методу Гердова М. А. составляет ± 4 г/100 см³.

Расхождения в значениях «оптимальных» и «критических» концентраций невелики. По абсолютной величине они не превышают величин погрешности по методу М. А. Гердова и находятся в полном соответствии с комплексом коллоидно-химических свойств глин. Это дает нам право утверждать, что определенные по экспрессному методу «оптимальные» концентрации могут быть положены в основу метода сравнительной оценки глинистых суспензий. Эти величины, как и «критические», следует считать оптимальными для заиливания.

Использование экспрессного метода для исследования влияния различных факторов на устойчивость суспензий

Экспрессный метод может быть использован для установления влияния различных факторов на изменение устойчивости суспензии и величин «оптимальной» концентрации и «оптимального» времени устойчивости.

Из числа многочисленных факторов рассмотрим влияние электролитов, песка и температуры.

Действие электролитов

Для исследований в качестве коагуляторов были взяты 1% растворы сернокислого железа, глинозема, известкового молока и шахтная вода из шахты № 4—6 комбината «Челябинскуголь». Суспензии готовились из глины образца № 1 (см. табл. 1) на растворах указанных коагуляторов. Результаты исследований представлены на рис. 3. У наиболее устойчивой суспензии глины, приготовленной на дистиллированной воде (кривая 1), «оптимальная» концентрация составляет 26,0 г/100 см³. Наиболее сильным коагулятором является извест-

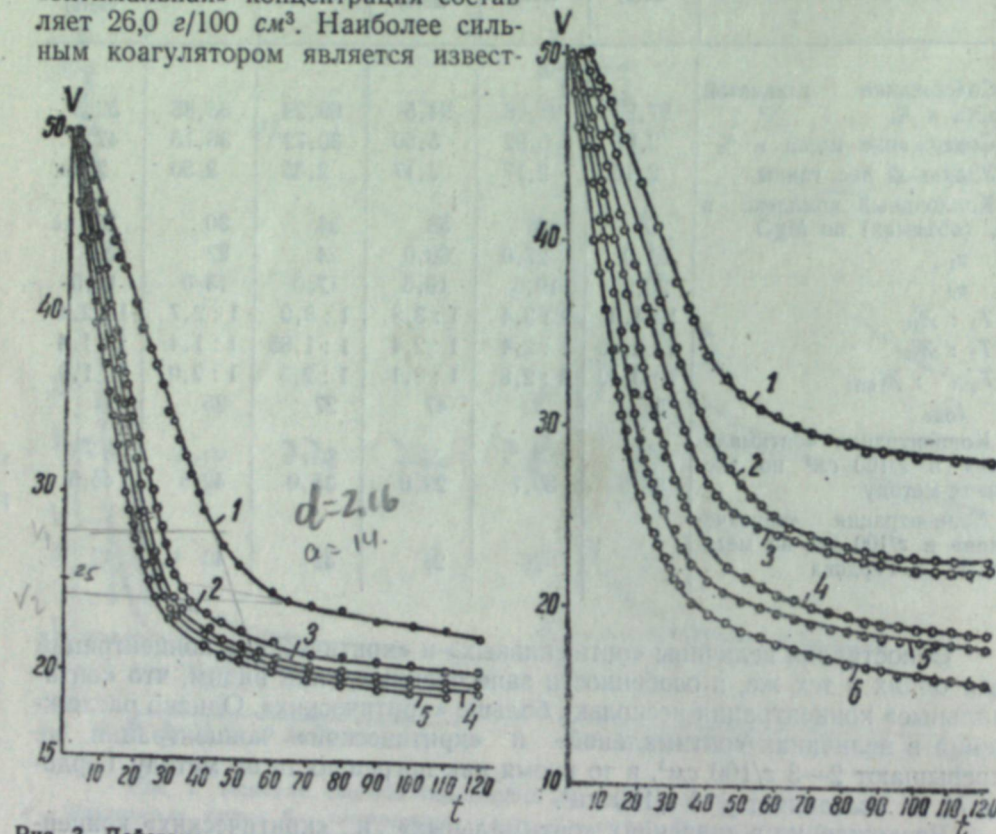


Рис. 3. Действие электролитов на устойчивость суспензии глины образца № 1. 1 — исходная суспензия глины, приготовленная на дистиллированной воде; 2 — суспензия глины на шахтной воде; 3 — то же на 1% сернокислом железе; 4 — то же на 1% глиноземе; 5 — то же на 1% известковом молоке.

ковое молоко. Соответствующая ему «оптимальная» концентрация суспензии составляет 29,3 г/100 см³ (кривая 5). Слабее действует шахтная вода. Соответствующая ей «оптимальная» концентрация суспензии 27 г/100 см³.

Действие песка

Для исследований действия песка из глины образца № 1 был удален песок с частицами > 0,18 мм. Из обогащенной и высушенной глины, после ее измельчения и просеивания через сито с отверстиями 0,5 мм, были приготовлены суспензии с добавлением 10, 20, 30, 40 и 50% песка фракций 0,5—0,18 мм. Результаты исследований представлены на рис. 4, из ко-

Рис. 4. Действие песка при дисперсности 0,5—0,18 мм на устойчивость суспензии обогащенной глины образца № 1. 1 — суспензия исходной глины; 2 — суспензия глины с добавкой 10% песка; 3 — то же с добавкой 20% песка; 4 — то же с добавкой 30% песка; 5 — то же с добавкой 40% песка; 6 — то же с добавкой 50% песка.

торого видно, что песок ускоряет водоотдачу из глинистых суспензий. Весовая величина «оптимальной» концентрации при этом повышается. Так, у суспензии из обогащенной глины (кривая 1) она составляет 20 г/100 см³, а у суспензии, содержащей 60% песка (кривая 6), — 34 г/100 см³.

Действие температуры

Влияние температуры изучалось на обогащенной глине образца № 1. Исследовалось влияние следующих температур: 6°, 22°, 30°, 60° С. Результаты представлены на рис. 5.

«Оптимальная» концентрация суспензии при 22° равна 20 г/100 см³ (кривая 2). При снижении температуры до 6° С она составляет 18,3 г/100 см³ (кривая 1). С повышением температуры до 60° С она возрастает до 26 г/100 см³ (кривая 4).

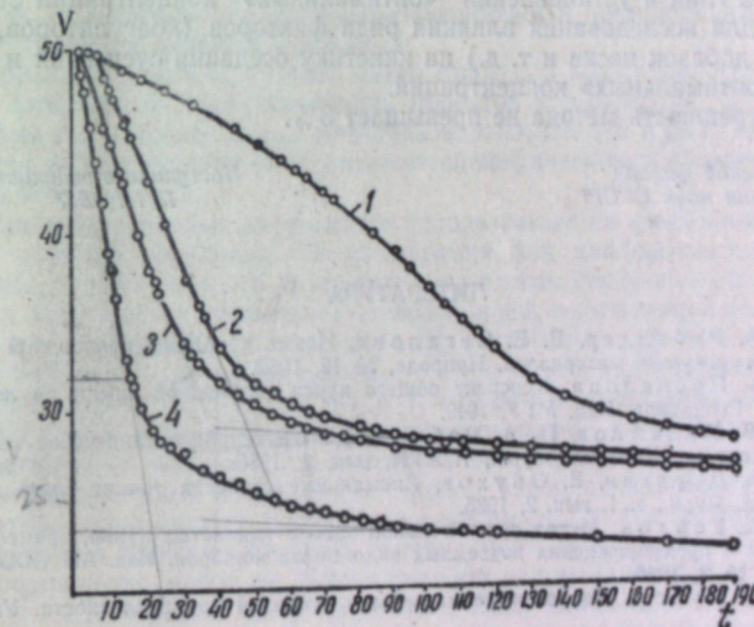


Рис. 5. Действие температуры на устойчивость суспензии обогащенной глины образца № 1. 1 — суспензия при 6°С; 2 — при 22°С; 3 — при 30°С; 4 — при 60°С.

Как видим, экспрессный метод может быть рекомендован для широкого использования в условиях производства не только для оценки природного сырья, но и для решения вопроса об изменении его свойств и выбора консистенции глинистой суспензии для заиливания на основе учета качества глин и конкретных горно-технических условий производства заилочных работ.

В тех случаях, когда естественные качества глин не отвечают требованиям, предъявляемым к заилочному материалу, следует шире использовать при размыве естественные и специально приготовленные коагуляторы, прибегать к комбинированному применению высокосортных и низкосортных глин, мелкого песка. При помощи предлагаемого метода можно оценить качества этих суспензий и решить вопрос о консистенции глинистой суспензии для заиливания. Экспрессный метод позволит получить данные о скорости водоотдачи из глинистых суспензий, имеющие особенно важное значение для технологии заиливания.

Выводы

1. Разработан экспрессный метод сравнительной оценки качества глин и установления «оптимальных» концентраций суспензий (пульп) для заиливания.
2. Метод является более простым, чем предложенный М. А. Гердовым. Набор трубок с различными концентрациями заменен одной трубкой с постоянной для всех глин концентрацией суспензии. Благодаря использованию графической зависимости $v = f(K)$ исключаются расчеты, что снижает время на установление величин «оптимальных» консистенций глинистых суспензий. Наблюдения за кинетикой оседания суспензии производятся не по относительной скорости, а по ее абсолютной величине.
3. Экспрессный метод позволяет в течение рабочего дня определить «оптимальные» концентрации для 15—20 образцов глин.
4. Метод может быть использован не только для сравнительной оценки качества глин и установления «оптимальных» концентраций суспензий, но и для исследования влияния ряда факторов (коагуляторов, температуры, добавок песка и т. д.) на кинетику оседания суспензий и величину их «оптимальных» концентраций.
5. Погрешность метода не превышает 3%.

Уральский филиал
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
13/III 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. П. А. Ребиндер, Е. Е. Сегалова, Новые проблемы коллоидной химии минеральных вяжущих материалов. Природа, № 12, 1952.
2. К. А. Поспелова, Конспект общего курса коллоидной химии по лекциям акад. П. А. Ребиндера. Изд. МГУ, 1949.
3. Н. В. Михайлов, П. А. Ребиндер, Структурно-механические свойства дисперсных систем. Коллоид. журн., т. XVII, вып. 2, 1955.
4. Б. В. Дерягин, Е. Обухов, Аномальные свойства тонких слоев жидкости. Коллоид. журн., т. 1, вып. 2, 1935.
5. М. А. Гердов, Метод сравнительной оценки глинистых пульп, применяемых для тушения и предупреждения подземных эндогенных пожаров. Изв. АН СССР, отд. техн. наук, № 3, 1946.
6. Г. А. Нурок, Заиловочные карьеры в угольной промышленности. Углетехиздат, 1953.

М. П. ЧЕРМЕНСКИЙ

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ НОВОЙ ТЕХНИКИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ

Железнодорожное строительство в нашей стране требует быстрого и высококачественного проведения изысканий новых линий. Одним из способов улучшения техники изысканий является применение на них аэрометодов: аэрофотосъемки, аэрофотогосцирования и начинающего получать распространение аэронивелирования.

Практика изысканий знает много примеров эффективного использования аэрометодов при составлении проектов новых линий. Однако применяемая в настоящее время методика аэроизысканий в ряде случаев перенесена из картографии и не отвечает специфическим требованиям изыскательской практики.

Одним из основных недостатков используемых на изысканиях аэрометодов является необходимость применения для плано-высотного обоснования аэрофотосъемки трудоемких наземных геодезических работ. В связи с этим в настоящее время проводится ряд исследований по использованию для этой цели аэронивелирования. Указанные работы выполнялись Гипропромтрансстроем, Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства и Комплексной транспортной экспедицией АН СССР. Проведенные экспериментальные работы показывают принципиальную возможность значительного уменьшения или даже полной замены наземных геодезических работ аэронивелированием. Однако аэрометоды пока еще не разработаны настолько, чтобы их можно было внедрять в производственных организациях. В связи с этим дальнейшее продолжение работ по использованию аэрометодов без применения наземного обоснования представляется весьма важным.

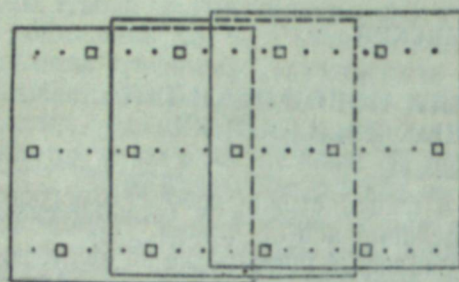
Данная статья посвящена использованию аэронивелирования для высотного обоснования аэросъемки путем применения статистических методов. Очевидно, что наиболее рациональным способом решения этой задачи был бы такой, при котором одновременно с производством летно-съемочных работ можно было бы получить исходные данные для определения с достаточной степенью точности отметок 4—6 высотных точек на стереопару. Однако поставленные с этой целью в различных организациях опытные работы показали, что при современной точности аэронивелирования этот метод не дает удовлетворительных результатов.

Тем не менее к решению данной задачи можно подойти и несколькими другим способом — путем получения значительного числа высотных точек, отметки которых определены из аэронивелирования и последующего совместного уравнивания данных аэронивелирования и фотограмметрии. Сущность рассматриваемого способа заключается в следующем.

Вдоль основного направления трассы прокладывается минимум три маршрута аэрофотосъемки с 60% поперечным перекрытием. Одновременно со съемкой производится аэронивелирование по главным и промежуточным точкам. В результате этого средний маршрут обеспечивается тре-

мя рядами высотных точек, расположенных вдоль линии базисов по среднему и боковым маршрутам (рис. 1).

Количество высотных точек определяется масштабом аэрофотосъемки, скоростью самолета и интервалом между экспозициями фоторегистратора радиовысотомера. Так, при средней скорости самолета 220 км/час и интервале работы фоторегистратора радиовысотомера 4 сек. будем иметь



□ Главные точки
• Промежуточные точки

Рис. 1. Схема расположения аэрионивелирных точек при трехмаршрутной аэрофотосъемке.

Пусть мы имеем ряд точек, превышения которых получены из аэрионивелирования (h_p); фотограмметрические превышения h_ϕ тех же точек получены при высотном сгущении относительно условной плоскости (например, плоскости правого снимка стереопары).

Если теперь в пространственной системе координат отложим для этих точек разность аэрионивелирных и фотограмметрических превышений:

$$h = h_p - h_\phi,$$

получим систему точек, определяющих собой положение фотограмметрической плоскости. В общем виде положение фотограмметрической плоскости выражается уравнением

$$z = ax + by + c. \quad (1)$$

Здесь x, y, z — текущие координаты;

a, b — углы наклона фотограмметрической плоскости по отношению к осям x и y ;

c — расстояние от начала координат до фотограмметрической плоскости по оси z .

Согласно теории ошибок, вероятнейшее положение фотограмметрической плоскости соответствует минимуму функции

$$M = \sum_{i=1}^n v_i^2, \quad (2)$$

где $v_i = h_i - z_i$.

Переходя к системе нормальных уравнений, будем иметь:

$$\begin{aligned} a[x^2] + b[xy] + c[x] - [hx] &= 0 \\ a[xy] + b[y^2] + c[y] - [hy] &= 0 \\ a[x] + b[y] + cn - [h] &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

При расположении точек по схеме, приведенной на рис. 1,

$$[x] = 0; \quad [y] = 0; \quad [xy] = 0.$$

для аэросъемки масштаба 1 : 15000 три промежуточные точки, масштаба 1 : 250000 — шесть. Таким образом, на стереопару будет приходиться от 15 до 24 высотных точек. При этом следует иметь в виду, что часть их из-за недовосточности отметок будет отсеяна. По оставшимся точкам можно произвести геодезическое ориентирование снимков.

Автором статьи исследовался способ высотного обоснования аэрофотосъемки путем совместного уравнивания аэрионивелирных и фотограмметрических превышений. Решение данной задачи представляется в следующем виде.

Таким образом, система нормальных уравнений распадается на три уравнения с тремя неизвестными:

$$a[x^2] - [hx] = 0$$

$$b[y^2] - [hy] = 0$$

$$cn - [h] = 0.$$

Отсюда вероятнейшие значения коэффициентов a, b, c будут равны:

$$a = \frac{[hx]}{[x^2]}, \quad b = \frac{[hy]}{[y^2]}, \quad c = \frac{[h]}{n}. \quad (4)$$

По найденным величинам производится геодезическое ориентирование модели путем введения поправок в фотограмметрические превышения.

$$h_2 = h_\phi + z, \quad (5)$$

где h_2 — геодезическое превышение;

h_ϕ — фотограмметрическое превышение;

z — поправка, вызванная наклоном фотограмметрической плоскости и определяемая по формуле (1).

Точность геодезического ориентирования снимков

Для определения сферы применения рассмотренного метода высотного обоснования аэрофотосъемки необходимо произвести анализ его точности.

Ошибки геодезического ориентирования стереомодели характеризуются соответствующими ошибками m_a, m_b, m_c коэффициентов уравнения (1), которые находятся из соотношений:

$$m_a = \frac{\mu}{\sqrt{P_a}}, \quad m_b = \frac{\mu}{\sqrt{P_b}}, \quad m_c = \frac{\mu}{\sqrt{P_c}}, \quad (6)$$

где P_a, P_b, P_c — веса коэффициентов a, b, c ;

μ — ошибка единицы веса, равная

$$\mu = \sqrt{\frac{[v^2]}{n - k}}. \quad (7)$$

Здесь: $[v^2]$ — сумма квадратов уклонений в уравнениях

n — число точек;

k — число неизвестных в нормальных уравнениях

Величину μ можно определить через среднюю квадратическую ошибку исходных данных

$$\mu = m_h \sqrt{\frac{n-1}{n-k}}, \quad (8)$$

т. е. практически при достаточно большом количестве точек

$$\mu = m_h.$$

В свою очередь, величина m_h определяется точностью аэрионивелирования и фотограмметрического сгущения:

участка средняя квадратическая ошибка составила $\pm 1,3$ м, максимальная ошибка $+ 2,8$ м; для холмистого участка — средняя квадратическая ошибка $\pm 2,0$ м, максимальная ошибка $+ 4,2$ м.

Как видно из приведенных данных, указанные погрешности примерно в 2 раза меньше ошибок аэронивелирования. Таким образом, способ совместного уравнивания аэронивелирных и фотограмметрических превышений позволил получить достаточно удовлетворительные результаты.

В качестве второго этапа работы по материалам аэрофотосъемки был выполнен анализ точности трассирования. Исследование этого вопроса производилось путем сравнения соответствующих элементов трассы, запроектированных по материалам трехмаршрутной аэрофотосъемки с высотным обоснованием аэронивелированием и плану-эталону масштаба 1 : 10000, составленному на основании наземной геодезической привязки. По данным трассирования были составлены подробные продольные профили, послужившие исходным материалом для сравнения технических показателей трассы (табл. 2) и объема земляных работ (табл. 3).

Таблица 2
Технические показатели вариантов трасс, запроектированных по материалам аэрофотосъемки и плану-эталону

Показатели	Единица измерения	Равнинный рельеф		Холмистый рельеф	
		аэрофото-съемка	план-эталон	аэрофото-съемка	план-эталон
Показатели трассы					
Длина варианта	км	30,3	30,0	34,0	33,6
Коэффициент развития	—	1,11	1,11	1,25	1,24
Показатели плана линии					
Протяжение прямолинейных участков	км/%	18,5	17,8	13,6	13,6
		61,1	59,6	40,2	40,6
Протяжение криволинейных участков трассы	.	11,8	12,2	20,4	20,0
		38,9	40,4	59,8	59,4
Сумма углов поворота на 1 км	град/км	11,6	11,5	28,8	28,5
Показатели профиля линии					
Протяжение площадок уклонов	км/%	9,4	9,7	7,6	7,7
		31,2	32,1	22,2	22,8
Протяжение уклонов	.	20,9	20,3	26,4	25,9
		68,8	67,9	77,8	77,2
Протяжение участков с руководящим уклоном	.	15,4	15,1	19,9	19,5
		51,0	50,2	58,6	58,0

Таблица 3
Объем земляных работ по вариантам, запроектированным по материалам аэрофотосъемки и плану-эталону (тыс. м³/км)

Наименование участков	Аэрофото-съемка	План-эталон	Расхождение	
			абсолютное	%
Равнинный	7,3	7,6	0,3	3,9
Холмистый	24,6	26,0	1,4	5,3

Как видно из таблиц, технические показатели трассы, запроектированной по материалам трехмаршрутной аэрофотосъемки, отличаются от соответствующих показателей трассы, принятой за эталон, в пределах

1—4%. Точность определения объемов земляных работ в зависимости от рельефа составляет 4—5%.

Приведенные данные показывают, что рассмотренный способ высотного обоснования аэрофотосъемки с помощью аэронивелирования заслуживает внимания и дальнейших исследований с целью выяснения возможностей его применения в практике изысканий.

Западно-Сибирский филиал
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
2/VI 1957

Г. П. НИКИТИН

О РОЛИ КОНДЕНСАЦИИ ПАРООБРАЗНОЙ ВЛАГИ АТМОСФЕРЫ В ВОДНОМ РЕЖИМЕ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Роль конденсации парообразной влаги атмосферы поверхностью почвы в водном режиме почв и растений до сих пор остается спорной, и в научной литературе последних лет по этому вопросу можно встретить самые противоречивые взгляды.

Одни исследователи [1—4 и др.] не придают существенного значения процессам конденсации в обогащении почвы влагой. Другие ученые [5—7 и др.] придерживаются противоположного мнения, но, по справедливому замечанию М. З. Журавлева [1], последние не располагают бесспорно убедительными фактическими материалами.

А. Ф. Лебедев [8] предполагал, что количество конденсированной влаги составляет 60—100 мм в год. А по данным М. З. Журавлева [1], оно составляет лишь около 5 мм в год. Такое различие в определении количества конденсирующейся влаги возникло в результате того, что сторонники признания значительной роли конденсации часто недостаточно четко различают термическую конденсацию от росообразования [8, 9 и др.] и обозначают оба эти процесса словом «конденсация», измеряя общее суммарное увлажнение от сорбированной воды и росообразования.

Пока не будет достигнута единая точка зрения в измерении конденсационных процессов, всегда будет расхождение в измерении количества конденсированной влаги. На наш взгляд, нужно строго разграничивать влагу, которая сорбируется почвой до наступления точки росы, и влагу, оседающую на поверхность в виде росы.

П. И. Колосков [10, 11] и В. В. Тугаринов [9, 12] придают особое значение обогащению почвы влагой в условиях вечной мерзлоты за счет конденсации паров атмосферы. Как известно, в Центральной Якутии при среднегодовых осадках около 200 мм основная часть территории занята тайгой и разнотравно-луговой растительностью; здесь при соответствующей агротехнике и благоприятном распределении летних осадков растут без полива и дают хороший урожай зерновые, силосные и другие культуры. Удовлетворительное произрастание растений в Центральной Якутии при столь незначительном количестве осадков эти исследователи объясняют наличием существенного дополнительного источника влаги в виде конденсации почвой паров воды из атмосферы.

Иной точки зрения придерживается Е. М. Соколова [13], сравнивавшая данные о насыщении воздуха влагой на территории Советского Союза. По ее мнению, в Якутии, несмотря на короткий теплый период, в июле возможно большее испарение, чем в аналогичных широтах Европейской и других районов Азиатской части СССР. Острый недостаток насыщения воздуха влагой в дневное время и нерегулярное кратковременное насыщение его воздуха ночью не создают условий для сколько-

нибудь заметного обогащения почвы за счет парообразной влаги атмосферы.

Расходятся в мнениях исследователи и по вопросу, где происходит конденсация: в поверхностных слоях почвы или в глубине (на уровне грунтовых вод или на нижележащих холодных слоях почвы). Одни [14, 15] полагают, что влага из атмосферы в парообразном состоянии проникает в почву глубоко и там конденсируется, другие [8, 10—11, 16, 3] считают, что почва обогащается парообразной влагой атмосферы только в самом поверхностном слое.

А. Ф. Лебедев [8] отмечал, что передвижение водяных паров атмосферы в более или менее глубокие слои почвы и грунта невозможно, так как в верхних слоях почвы упругость паров воды больше, чем абсолютная влажность атмосферы. Но в то же время он признавал обогащение глубоких слоев почвы атмосферной парообразной влагой, объясняя это «молекулярной» и «термической» конденсацией паров воды поверхностным слоем почвы ночью и перегонкой части этой влаги в глубокие слои днем под влиянием нагревания поверхности почвы. Получается ступенчатый процесс проникновения парообразной влаги атмосферы в почву.

В вегетационные периоды 1955 и 1956 гг. на Чучур-Муранской станции Якутского филиала Академии наук СССР нами проведены специальные наблюдения за процессом конденсации почвой парообразной влаги атмосферы и количеством выпадающей за ночь росы.

Наше первое исследование заключалось в проверке предположения, что нижележащие холодные почвы обогащаются за счет проникновения и конденсации парообразной влаги атмосферы. Приборы, использованные для этой цели, показаны на рис. 1. Повторность опытов с сосудами А, В, и Г трехкратная, с приборами Б и Д опыты проведены без повторности, но много раз.

Сосуды наполнялись песчаной, супесчаной и суглинистой почвой слоями различной толщины (2,5 и 10 см) и влажности (от воздушно-сухого состояния и выше). Опыты проводились на кукурузном поле, на участке без растительности (пар) и в сосновом лесу в течение всего вегетационного периода.

Всякий раз все сосуды зарывали так, чтобы верхний конец их был на уровне поверхности почвы. Это обеспечивало им близкие с окружающей средой температурные и другие условия.

Наиболее характерные данные, полученные при использовании приборов Б и Д, приведены на рис. 2. Неоднократные повторения опытов дали аналогичные результаты.

Показания гигрометров и запись гигрографов в сосудах под слоем воздушно-сухой почвы дают основание утверждать, что летом в ночное время парообразная влага из атмосферы конденсируется в поверхностном слое почвы: при этом вес прибора с почвой увеличивается на вес конденсирующейся влаги атмосферы, а относительная влажность воздуха в сосудах под слоем воздушно-сухой почвы уменьшается. В данных опытах мы игнорировали ничтожное количество выпадающей росы, так как состояние точки росы было весьма кратковременным. При высокой относительной влажности приземного слоя атмосферы относительная влажность воздуха в сосуде под слоем воздушно-сухой почвы оставалась обычно низкой, за исключением случая, когда в сосуд помещалась почва с влажностью максимальной гигроскопичности и выше. Это показывает, что иссушенный верхний слой в ночное время не пропускает пары воды из атмосферы в глубь почвы, что подтверждает мнение П. А. Костычева [16].

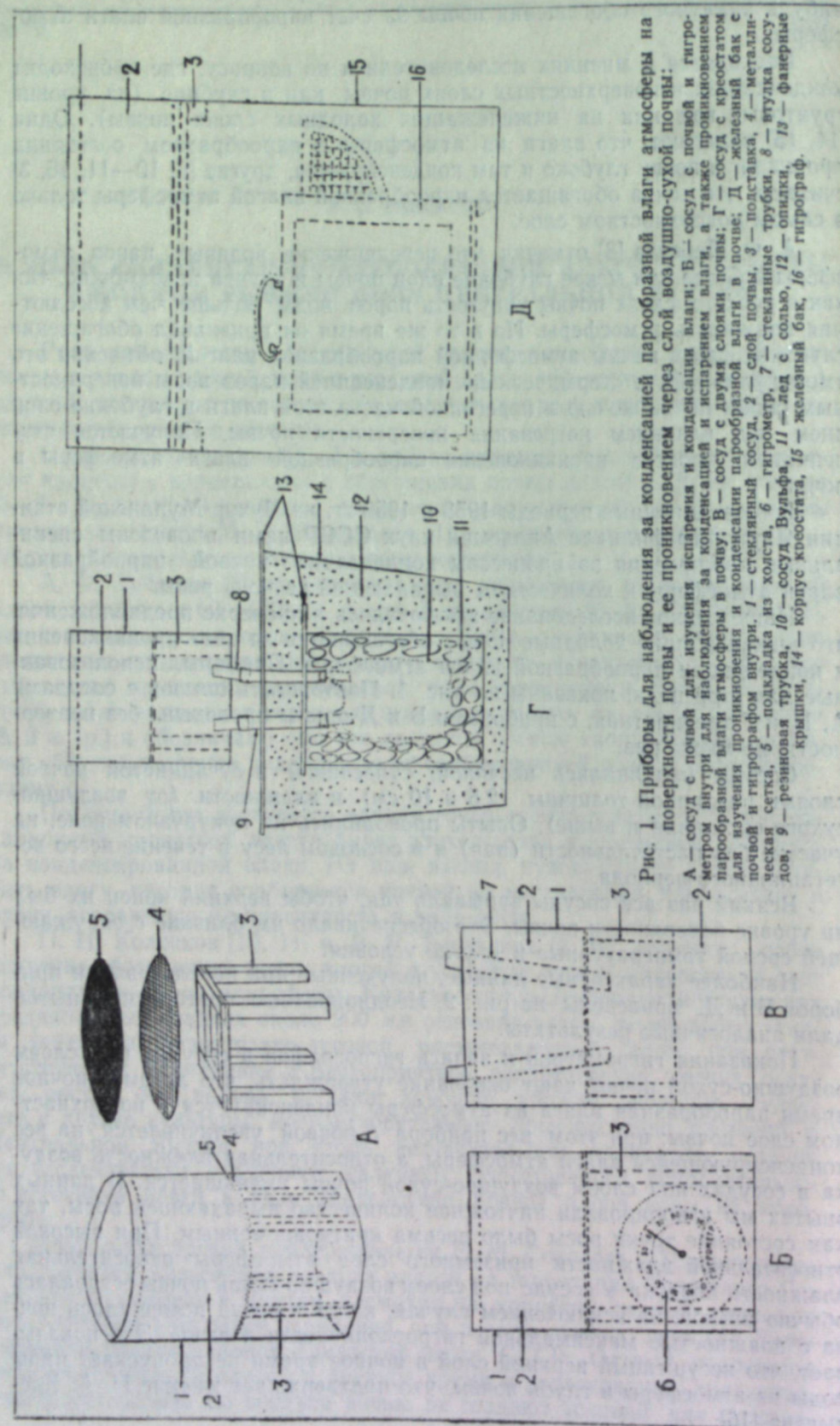


Рис. 1. Приборы для наблюдения за конденсацией парообразной влаги атмосферы на поверхности почвы и ее проникновением через слой воздушно-сухой почвы: А — сосуд с почвой для изучения испарения и конденсации влаги; В — сосуд с почвой и гигрометром внутри для наблюдения за конденсацией и испарением влаги, а также проникновением парообразной влаги атмосферы в почву; Г — сосуд с двумя слоями почвы; Д — железный бак с почвой и гигрографом внутри. 1 — стеклянный сосуд, 2 — слой почвы, 3 — подставка, 4 — металлическая сетка, 5 — подкладка из холста, 6 — гигрометр, 7 — стеклянные трубки, 8 — втулка сосуда, 9 — резиновая трубка, 10 — сосуд Вульфа, 11 — лед с солью, 12 — опилки, 13 — фанерные крышки, 14 — корпус крестата, 15 — железный бак, 16 — гигрограф.

В дневное время наряду с испарением конденсированной за ночь влаги начиналась перегонка парообразной влаги вниз, и это увеличивало относительную влажность воздуха в сосудах. Но вес прибора при этом не увеличивается, а наоборот, уменьшается ниже исходного, что свидетельствует о полном испарении накопленной за ночь влаги до полудня, после чего испарение идет уже за счет влаги самой почвы.

Если в сосуды помещали влажную почву (в пределах наименьшей влагоемкости), то нижняя часть почвы через 1—2 суток сильно увлажнялась, на внутренних стенках сосудов под слоем почвы в результате перегонки паров воды и их конденсации оседали капельки жидкой воды. Но вес сосуда с почвой неуклонно уменьшался вследствие испарения влаги из почвы. Относительная влажность воздуха в сосуде под слоем почвы оставалась днем и ночью равной 100%. В данном случае нельзя

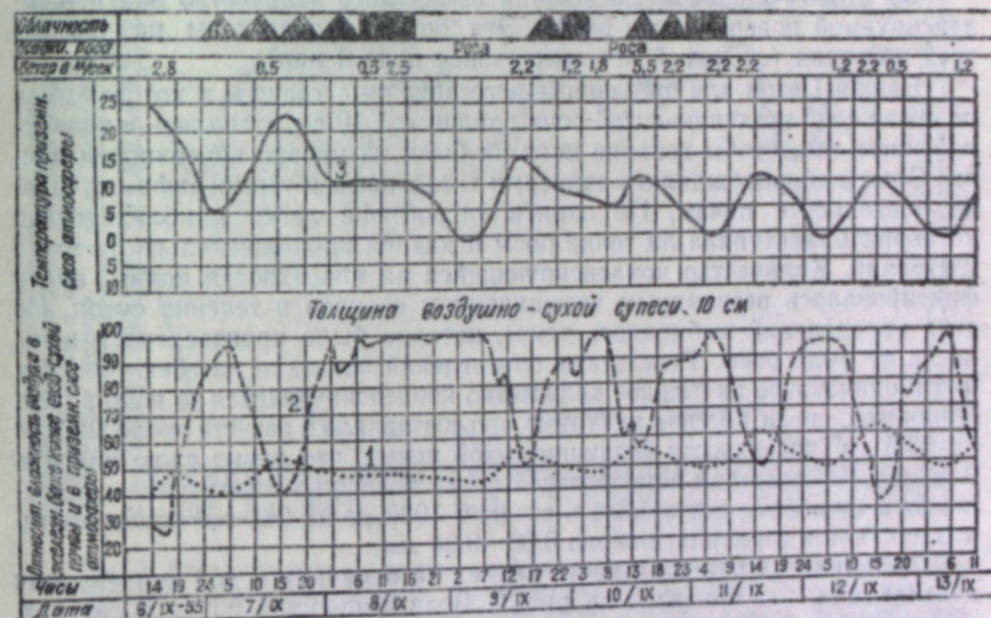


Рис. 2. Ход изменения относительной влажности воздуха под слоем воздушно-сухой супеси (1) на фоне изменений относительной влажности приземного слоя атмосферы (2) и его температуры (3) в зависимости от метеорологических факторов.

говорить о проникновении парообразной влаги атмосферы вглубь и об обогащении ею нижележащих слоев почвы. Здесь играет роль только перегонка влаги вышележащих слоев почвы вниз под действием температурного градиента.

Другая серия опытов проведена с сосудами Вульфа, зарытыми в вечной мерзлоте на глубине 2 м с 1/VIII по 1/IX 1955 г. Сосуды Вульфа соединялись двумя резиновыми трубками с стеклянными сосудами, внутри которых на подставке находился слой почвы. Повторность опытов трехкратная, почва в сосудах супесчаная, в воздушно-сухом состоянии, толщина слоя почвы 10 см. Для кратковременных опытов сосуды Вульфа ставились в крестат со льдом на глубине около 60 см (рис. 1, Г). Для таких опытов брались неоднократно (3 раза) в трех повторностях песчаная, супесчаная и суглинистая почвы различной влажности (при постоянной толщине слоя — 10 см).

Результаты определения веса всей установки (сосудов с почвой, резиновых трубок и сосудов Вульфа) до и после опытов дают право предполагать, что парообразная влага атмосферы не является источником

обогащения влагой нижних слоев почвы, и она не проникает в глубь почвы, а конденсируется только в самом поверхностном иссушенном слое. Это подтверждается тем, что при наличии в сосуде воздушно-сухой почвы в нижней части стеклянных сосудов и в сосудах Вульфа после однемесячной экспозиции в природных условиях (на черном паре) не наблюдалось накопления влаги, хотя сосуды Вульфа находились при температуре около 0° и пары воды, если бы они проникали из атмосферы через слой воздушно-сухой почвы пара, непременно конденсировались бы на холодных стенках сосудов.

На большей части территории центральных районов Якутии верхние слои почвы в течение почти всего вегетационного периода имеют температуру выше 10°C и не могут служить охлаждающим субстратом для конденсации парообразной влаги атмосферы.

Во втором нашем исследовании измерялось количество влаги, конденсируемой поверхностью почвы. Эти опыты произведены на тех же трех участках (сосновый лес, кукурузное поле и пар).

Чашки Петри или стеклянные вегетационные сосуды, в которые был положен слой воздушно-сухой почвы толщиной 10 см, ставились в почвенной нише так, чтобы верхние края их были на уровне поверхности почвы. Опыты сопровождалась записями гигрографа и термографа на уровне поверхности почвы. По записи гигрографа легко приблизительно установить, наступила ли точка росы и какова продолжительность этого состояния. Количество конденсирующейся на поверхности почвы влаги фиксировалось регулярным взвешиванием сосудов в течение суток. Из этих определений выбиралось такое, которое было произведено в ночь, когда не было росы. Результаты определений показали на всех участках почти одинаковое ничтожное количество конденсирующейся за ночь влаги. Например, среди посевов кукурузы оно составляло в августе около 220 мг на $63,5\text{ см}^2$ поверхности воздушно-сухой почвы, что равно слою влаги в 0,03 мм. Конденсация парообразной влаги воздушно-сухим песком в сосновом лесу в июле составляла в среднем 1000 мг на 261 см^2 поверхности, что равняется слою влаги около 0,03—0,04 мм.

Травянистая растительность влияет на величину и ход конденсации и испарения, что показано на рис. 2. Воздушно-сухая почва в сосудах, помещенная среди густой травянистой растительности, сорбировала за ночь в начале сентября около 0,03—0,04 мм влаги, а на оголенном участке 0,09—0,1 мм. На втором участке выпадение росы, по-видимому, увеличило количество сорбированной влаги, а на первом выпадающие капельки росы оседали на листьях травянистой растительности. В общем же, несмотря на выпадение росы, увлажнение почвы все равно было ничтожно.

Исследование хода конденсации и испарения влаги при помощи самопишущих весов полностью подтверждает вышесказанное. Чувствительность наших весов равнялась 20 мг. Приемником прибора служила чашка Петри, а общий вес приемника с почвой составлял 150—200 г. Весы с приемником ставились в поле. Запись велась в течение пяти с лишним суток. В приемник прибора была помещена сравнительно влажная почва. В первый день, она интенсивно теряла влагу через испарение, а ночью на иссушенной поверхности конденсировалось около 0,07 мм влаги, которая к 10—11 часам следующего дня вновь испарилась в атмосферу. Лишь после этого началось испарение влаги из самой почвы в приемнике, продолжавшееся до 15—16 часов. К этому времени влажность почвы в приемнике достигла определенного равновесия с влажностью атмосферы, что имело следствием изменение в дальнейшем веса приемника только за счет конденсации и дневного испарения

конденсированной влаги. При этом количество конденсированной влаги всякий раз колебалось в пределах 0,03—0,07 мм.

Из 12 записей, проведенных летом 1955 г., одна, наиболее характерная, приведена на рис. 3, где наглядно показана зависимость испарения и конденсации влаги от относительной влажности и температуры воздуха, а также и от влажности самой почвы. Как видно из рис. 3, выпадения росы не происходило, так как в течение всей записи почти не наблю-

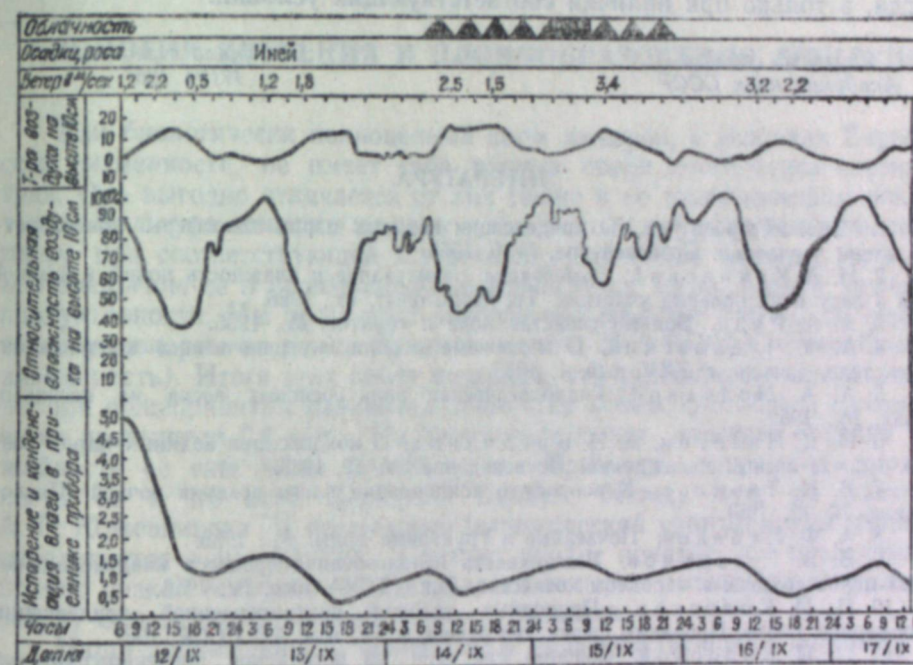


Рис. 3. Динамика хода испарения и конденсации влаги на поверхности почвы в приемнике самопишущих весов в зависимости от метеорологических условий. (В приемнике прибора супесчаная почва слоем в 2 см, площадь ее поверхности 63 кв. см, влажность почвы в начале записи 13,5%. Вес приемника без почвы 47,1 г, а с почвой в начале записи — 176,75 г)

далось наступления точки росы. Насыщение приземного слоя атмосферы при точке росы парообразной влагой в условиях засушливого лета Центральной Якутии происходит в ночное время нерегулярно и то на короткое время, что обуславливает незначительное и редкое выпадение росы, за исключением дождливых дней, а также низких увлажненных участков, где почти каждую ночь наблюдается образование тумана.

Выводы

1. Парообразная влага атмосферы не может глубоко проникать в почву, она может конденсироваться только на самом поверхностном слое почвы или оседать в виде росы из воздуха.
2. Наличие вечной мерзлоты в центральных районах Якутии не оказывает влияния на процесс обогащения почвы влагой за счет конденсации паров атмосферы. Отсюда следует, что нет основания всю территорию с вечной мерзлотой выделять в особые районы с якобы интенсивным процессом конденсации водяных паров атмосферы почвой.

3. Измерения количества конденсируемых поверхностью почвы водяных паров атмосферы показывают, что увлажнение почвы за счет данного процесса очень незначительно и для водного режима почв не может иметь существенного значения. По нашим данным, за вегетационный период количество конденсируемой поверхностью почвы влаги не может превышать 5 мм, потому что в среднем за ночь конденсируется из атмосферы примерно 0,03—0,05 мм влаги. Нужно подчеркнуть, что даже незначительная конденсация пара из атмосферы может происходить не всегда, а только при наличии соответствующих условий.

Якутский филиал
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
17/VI 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. М. З. Журавлев, О конденсации водяных паров атмосферы поверхностным слоем чернозема. Почвоведение, № 9, 1955.
2. Н. А. Качинский, Замерзание, разморозание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и на полевых участках. Тр. Моск. опыт. ст., 1926.
3. А. А. Роде, Водные свойства почв и грунтов, М., 1955.
4. А. Ф. Чудиновский, О механизме и роли внутрипочвенной конденсации. Журн. техн. физики, т. XXV, вып. 1, 1955.
5. А. А. Молчанов, Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах, М., 1952.
6. П. Д. Никитин, Л. Н. Бредихина, О конденсации водяных паров воздуха в почве лесных насаждений. Почвоведение, № 12, 1949.
7. В. И. Точиллов, К вопросу о конденсации влаги воздуха почвой. Почвоведение, № 12, 1951.
8. А. Ф. Лебедев, Почвенные и грунтовые воды, М., 1936.
9. В. В. Тугаринов, Возможность использования процесса конденсации водяных паров воздуха в народном хозяйстве. Докл. ТСХА, вып. IV, 1946.
10. П. И. Колосков, Природные условия внутрипочвенной конденсации атмосферных паров. Проблемы физич. географии, т. IV, изд. АН СССР, 1937.
11. П. И. Колосков, Сорбция как один из источников почвенно-грунтовой воды. Проблемы физич. географии, т. VI, 1938.
12. В. В. Тугаринов, Перспективы практического применения процессов конденсации водяных паров воздуха. Докл. ТСХА, вып. IX, 1949.
13. Е. М. Соколова, Недостаток насыщения влагою воздуха на территории СССР. Тр. Гос. гидрол. ин-та, вып. 4, 1937.
14. В. Е. Сочеванов, Результаты наблюдений над влагообменом и конденсацией водяных паров в песках. Тр. Гос. гидрол. ин-та, вып. 7, 1938.
15. М. М. Филатов, Почвы и грунты в дорожном деле, М., 1932.
16. П. А. Костычев, Почвоведение, М., 1940.

Н. Ф. ВАНЮКОВ

БИОЛОГИЯ ЦВЕТЕНИЯ И ПЛОДООБРАЗОВАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ

Как биологически полноценный корм люцерны, в условиях Барабинской низменности, не имеет себе равных среди многолетних кормовых трав. Она выгодно отличается от них также и по экономическим показателям. Культура люцерны на сено — не сложная, и урожаи ее на зеленую массу, при соответствующей агротехнике, достаточно высокие, но широкое внедрение ее в производство задерживается из-за низкой семенной продуктивности. Мы проводили долготелые опытные работы по семеноводству люцерны на полях бывшего совхоза № 3 ВЦСПС (Барабинская низменность). Итоги этих работ показали, что урожайность семян люцерны при общепринятых вариантах обработки почвы, способов и сроков сева не превышала 2,4 ц/га. На производственных участках средняя урожайность ее еще ниже 40—60 кг/га. Примерно такая же урожайность ее и по всей Западной Сибири. Между тем, по расчетам А. Р. Кожевникова [1], возможный биологический урожай семян люцерны определяется в 40—50 ц/га. Поэтому вполне понятно, что исследование причин низкой семенной продуктивности люцерны составляет актуальную задачу сельскохозяйственной науки и практики.

Наши наблюдения за опытными и производственными посевами показали, что в фазе образования генеративных органов у люцерны появляются летние подгоны, она начинает израстать, «жировать», а в фазе цветения семяпочки ее начинают дегенерировать в завязи, часть цветов не вскрывается, и происходит массовое опадение их. Между этими явлениями нами замечена следующая взаимосвязь: чем больше растение «жирует», тем больше дегенерирующих семяпочек, не вскрывающихся и опадающих цветов. А «жирует» люцерна тем больше, чем суше весна и дождливее лето.

В поисках приемов увеличения семенной продуктивности люцерны мы с 1949 г. начали применять ее пересадочную культуру на полях указанного совхоза и на пойме р. Кондома близ пос. Ашмарино Кемеровской области. В этих различных почвенно-климатических условиях урожайность люцерны (в ц/га) была получена следующая (табл. 1).

Весьма высокие урожаи семян пересаженной люцерны (до 15,2 ц/га) получены Н. М. Савельевым на территории Ботанического сада ЗСФАН СССР, а также на полях некоторых совхозов Барабы.

На I и II участках высаживалась люцерна, выращенная из семян свободно переопыленных сортов: Омская-8893, Камалинская-930 и Канадская, на III — желтая Марусинская, переопыленная с местной дикой желтой люцерной, на IV — Канадская. Сорта на контрольных участках соответствовали пересаженным.

Растения для пересадки брались в возрасте 2—3 лет, стержневые корни у них отрезались. Длина их вместе с корневой шейкой составляла 15—18 см. Сажали их рано весной по предварительно размаркированному полю при площади питания 40 × 50 см и 50 × 60 см. Агротехника кон-

Таблица 1

№ участка	Место закладки опыта	Год пересадки	1-й год		2-й год		3-й год		4-й год		В среднем за год	
			контроль	пересадка	контроль	пересадка	контроль	пересадка	контроль	пересадка	контроль	пересадка
I	Совхоз № 3	1949	0,7	6,4	0,82	10,3	—	—	—	—	0,76	8,35
II	ВЦСПС	1951	2,2	4,3	2,1	6,7	2,4	8,3	1,7	3,0	2,10	5,56
III	»	1951	—	—	0,6	3,7	0,9	4,2	0,53	3,1	0,68	3,66
IV	Пойма р. Кондома	1952	0,0	0,6	0,0	1,54	0,32	1,81	—	—	0,1	1,32

контрольных участков ничем не отличалась от пересадочных, сеяли гнездовым способом, площадь питания для растений была такой же. Только на участке I, посадки 1949 г., для контроля использовали широкорядный посев. Опытные участки, как и контрольные, не удобрялись и не поливались. Искусственное опыление не производилось. Уничтожение сорняков и рыхление почвы проводились одновременно на контрольных и опытных участках.

Пересаженные растения люцерны внешне резко отличаются от контрольных, у них проявляются следующие особенности:

а) очень густая, хорошо развитая корневая система с огромной всасывающей поверхностью, расположенной, главным образом, в пахотном горизонте. У глубоко пересаженных экземпляров наблюдается образование вторичных корневых шеек;

б) огромная и мощная кустистость с большим количеством веток и веточек, увеличенные и значительно интенсивнее окрашенные листовые пластинки, удлиненные цветочные кисти и увеличенный размер цветков. Общий вес отдельного куста в сырой массе достигал 3,8 кг;

в) в жаркие часы дня у контрольных растений листья заметно подвядали и поникали, а у пересаженных они мало реагировали на жару и сохраняли нормальный свежий вид;

г) почти отсутствовали летние подгоны и явления израстания и наблюдалось массовое самопроизвольное раскрытие цветков.

На наличие закономерной взаимосвязи между появлением летних подгонов и семенной продуктивностью люцерны указывают также В. В. Копержинский [2] и ряд других авторов. Возникает вполне законный вопрос: какая причина вызывает появление летних подгонов?

Образование летних подгонов люцерны, очевидно, составляет ее биологическую особенность, связанную с сохранением вида. В. Р. Вильямс указывает [3], что растительный покров на лугах, образуя плотный дерн, суживает возможности семенного возобновления растений. Поэтому плодобразование в этих условиях уже не играет существенной роли в сохранении вида. Наоборот, сила роста и устойчивость вегетативных побегов, пользующихся огромным запасом пищи в корневой шейке, по сравнению с слабыми ростками из семян, имеющими ограниченные запасы материнской пищи и находящимися в менее благоприятных условиях произрастания и развития, представляют для растений наиболее надежные средства борьбы за сохранение вида.

На биологию люцерны влияет и человек: из поколения в поколение люцерну скашивают на сено и зеленый корм в фазе цветения. В этот важнейший для люцерны период искусственно прерывается ее жизненный цикл и для сохранения вида она вынуждена начать новый цикл с

воспроизводства новых побегов. При этом энергетические вещества, которые раньше направлялись к генеративным органам, изменяя свой поток, вызывают жизнедеятельность спящих почек на корневой шейке. Этот процесс, повторяясь из поколения в поколение, способствует, очевидно, появлению у растений вторичных подгонов в период половой спелости. В соответствии с учением И. В. Мичурина напрашивается вполне естественный вывод, что это свойство люцерны, закрепляясь веками, передается по наследству настолько прочно, что впоследствии даже растения, оставленные на семена, у которых сохраняются генеративные органы до конца вегетации, все же дают подгон именно в фазе образования генеративных органов.

Следовательно, в развитии организма люцерны устанавливаются две тенденции: в естественных условиях (дикая люцерна) развивается тенденция к вегетативному размножению, а в культурных условиях создаются предпосылки подгонообразования в период половой спелости растений.

Касаясь этого вопроса, С. П. Смелов [4] писал:

«Подобно тому как при развитии ценоза и дернового процесса снижаются возможности для семенного возобновления, точно так же и в жизни одного растения со временем падает его семенная продуктивность. При смене поколений в структуре растений все большее значение приобретают неплодоносящие побеги.

С точки зрения мичуринского учения, мы должны допустить, что это явление носит не только внешний характер и представляет собой не только прямую реакцию данного поколения побегов в их онтогенезе на недостаток полезных условий, возникающий вследствие дернового процесса, но предполагает изменение, перестройку самой природы растения. У растения ослабляется способность к семенному размножению и относительно возрастает способность к вегетативному размножению и возобновлению.

Характерно, что перестройка на вегетативное возобновление у некоторых растений, например у мятлика, получила свое отражение в направлении внутренних биохимических процессов. Так, А. Р. Чепековой установлен интересный факт перемещения запасных углеводов в период половой спелости этого растения не к генеративным органам, а к узлам кущения, где получают развитие зачатки вегетативного возобновления и размножения».

Из этой общей биологической закономерности люцерны не может составлять исключение.

Научный сотрудник ЗСФАН СССР Л. Г. Маркова вела наблюдения за развитием семян в завязи у пересаженных и непересаженных растений люцерны. Ею установлено, что за период с 1 июля по 15 августа количество дегенерирующих семян в завязи у контрольных растений составило 62%, а пересадочных — только 26%. У пересаженных люцерн резко сократилось осыпание цветков. Периодические подсчеты числа завязей, сделанные Л. Г. Марковой, приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что у пересаженной люцерны сохранилось завязей на нижних цветочных кистях в 2,5 раза и на верхних — в 2 раза больше, чем у посеянной.

Приведенные сравнительные данные характеризуют следствие изменения в поведении пересаженной люцерны, но чем объяснить причину?

Благодаря тому, что Биологический институт ЗСФАН СССР и руководство бывшим совхозом № 3 ВЦСПС заключили договор о сотрудничестве науки и практики, нам представилась возможность пользоваться услу-

Таблица 2

Время наблюдений	Число завязей в кисти							
	Нижние соцветия				Верхние соцветия			
	контроль		пересадка		контроль		пересаж.	
	среднее количество	в %	среднее количество	в %	среднее количество	в %	среднее количество	в %
23/VI	13,3	100	14,2	100				
30 VI	4,6	35	9,5	67				
6/VII	3,3	25	8,5	60	11,9	100	12,5	100
14/VII	3,1	23	8,3	58	8,8	74	10,8	86
24 VII	2,9	22	7,8	55	5,9	50	10,3	82
3 VIII	2,7	20	7,3	52	5,7	48	9,8	78
15/VIII	2,7	20	7,2	51	4,6	39	9,8	78

гами лаборатории указанного института. Биохимический анализ (неполный), выполненный научным сотрудником В. С. Федоровой, обнаружил следующую разницу в составе листьев пересаженной и посеянной люцерны (табл. 3).

Таблица 3

Составные части	Содержится в % к общему весу листа		В % к контролю
	контроль	пересадка	
Сахар	1,06	2,1	200
Протеин	21,2	32,5	153
Клетчатка	9,9	7,0	71
Влага	10	8,5	85
Витамин С в мг %	16,1	35,6	221
Витамин Е в мг %	6,3	8,2	131

Примерно такие же результаты были получены и в последующих исследованиях.

Как видим, листья пересаженной люцерны содержат в два раза больше сахаров, в полтора раза — протеина, в два с лишним раза — витамина С и в 1,3 раза — витамина Е, чем листья контрольных растений.

Следует отметить, что в работе научного сотрудника указанного института Н. М. Савельева [5] выявлена повышенная водоудерживающая способность листьев пересаженной люцерны, особенно в фазе бутонизации, повышенная транспирация их, особенно в жаркие часы дня, и повышенное осмотическое давление, по сравнению с листьями контрольных растений. Характерно также, что, исследуя пестики цветов пересаженной люцерны, Н. М. Савельев обнаружил увеличенное содержание в них белков и сахаров.

В задачи статьи не входит детальный анализ результатов всех этих исследований, поэтому остановимся только на общих выводах из этих материалов и наблюдений, которые могут пролить свет на причины, вызывающие изменения в организме пересадочной люцерны в сторону повышения его репродуктивного потенциала.

Во-первых, пересаженная люцерна обнаруживает внешне чисто мор-

фологические отклонения. У нее развивается огромная корневая система в гумусном горизонте и мощная наземная часть с большой листовой поверхностью. Следовательно, органы корневого питания и ассимиляции у пересаженной люцерны развиты значительно лучше.

Во-вторых, водный режим листа у пересаженной люцерны изменяется в сторону повышения водоудерживающей способности при сравнительно повышенной транспирации в жаркие часы дня, что исключает явления подвядания и нарушения фотосинтеза.

В-третьих, увеличение в листьях количества биологически активных веществ обуславливает повышение процессов обмена веществ, а увеличение количества белков и воднорастворимых сахаров — повышенное осмотическое давление клеточного сока у пересаженной люцерны.

В-четвертых, сравнительно увеличенное содержание белков и сахаров в пестиках цветов у пересаженной люцерны говорит о более усиленном питании зародышей.

Наконец, повышенное содержание белков и сахаров в пестиках, усиливая осмотическое давление, повышает тургор клеток пестика и способствует раскрытию цветков.

Все это, вместе взятое, повышает жизнедеятельность растения люцерны, усиливает питание генеративных органов, снижает количество дегенерирующих семян и осыпание цветов, увеличивает оплодотворяемость и, в конечном счете, создает благоприятные условия для развития зародышей.

На плодоношение люцерны влияет и состояние погоды в период цветения и плодоношения. В этот период ясная и теплая погода, способствуя более интенсивному фотосинтезу, обеспечивает повышенный приток продуктов ассимиляции в генеративные органы.

Для правильного изучения поведения растений пересаженной люцерны и правильных выводов по результатам наблюдений и анализов следует, как нам кажется, разграничить два явления: повышенную ее жизнедеятельность и отсутствие летних подгонов и израстания. В самом деле, при наличии летних подгонов и явления израстания повышенная жизнедеятельность люцерны была бы направлена на увеличение урожая зеленой массы, а не семян. Поэтому отсутствие летних подгонов и израстания у пересаженной люцерны наравне с повышенной ее жизнедеятельностью являются основными факторами, повышающими семенную продуктивность.

На Ашмаринском участке пересаженная и посеянная люцерны (посев 1949 г.) находились в совершенно одинаковых условиях. Грунтовая вода обычно расположена там на глубине 2 м, а в 1952 г. она спустилась до 2,5 м. На этом фоне посеянная люцерна находилась не в худшем положении, чем посаженная, так как стержневые корни ее обитали в водоносном слое. По внешним признакам посеянная люцерна в первый период жизни мало отличалась от пересаженной. Но с момента цветения с нее начали сильно осыпаться цветы и даже листочки с нижних ярусов. Одновременно с этим появился буйный подгон. Люцерна хорошо росла, но не плодоносила. Рядом пересаженная люцерна нормально росла и плодоносила, но у нее не было подгона, и она не израстала. Очевидно, у посеянных растений подгон отвлек от генеративных органов поток пластических материалов.

По выводам В. В. Копержинского [2], понижение семенной продуктивности люцерны объясняется израстанием ее в момент формирования генеративных органов и отвлечением пластических веществ от генеративных органов к растущим частям. Путем умеренного водоснабжения он затормаживал рост вегетативных органов люцерны и тем самым направлял

поток пластических веществ от растущих частей к генеративным органам. При торможении роста вегетативных органов сосущая сила у бутонов составляла 138 и у бобов — 100 (сосущая сила растущих вегетативных органов принята за 100). Наоборот, при усиленном поливе, т. е. в условиях усиленного роста вегетативных органов, сосущая сила составляла соответственно у бутонов 65 и у бобов 56. В опыте Копержинского, при длительном и умеренном торможении роста, в бобах было в среднем 5 семян против 2,3 в варианте без торможения, а общий урожай семян увеличился в два раза.

К таким же выводам приходит Л. Я. Зонштейн [6]. Условием нормального цветения и плодоношения он ставит систематическое снижение влажности почвы, начиная с фазы массовой бутонизации и до созревания семян. По его наблюдениям, снижение влажности почвы постепенно замедляет и затем совершенно приостанавливает рост стеблей, отрастание новых побегов, а питание генеративных органов идет беспрепятственно. Наоборот, в условиях обильного увлажнения почвы с момента бутонизации процесс плодообразования складывается, по его мнению, по-иному, приток питательных веществ к генеративным органам затормаживается и направляется на усиление нового побегообразования.

Если считать появление летних подгонов связанным с борьбой за сохранение вида, то возникает вопрос, какова физиология этого явления?

Многолетние наблюдения над растениями посеянной люцерны в Барабе обнаруживали, что рано весной пробуждаются почки только более крупные, вполне оформленные и в большинстве расположенные в верхней части корневой шейки, а более мелкие и молодые и расположенные ниже — летом. В Барабе фактически люцерна начинает отрастать во второй половине апреля, к этому времени почва оттаивает только сверху на глубину 8—12 см. Обычно ранние весенние побеги, питаясь запасом пластических веществ корневой шейки, растут чрезвычайно быстро и в благоприятных условиях за 10—15 дней достигают 15—18 см высоты. Благодаря интенсивному росту первых побегов, запас пластических веществ корневой шейки быстро исчерпывается. Из-за этого остальные почки весной не пробуждаются и остаются в состоянии покоя до момента притока пластических веществ из ассимиляционных органов в корневую шейку. Обычно этот процесс совпадает с фазой формирования генеративных органов и цветения. Наконец, обильному летнему подгонообразованию и израстанию способствует то обстоятельство, что в Барабе апрель и май являются самыми засушливыми месяцами в году, а июль совпадает с пиком осадков и сравнительно высокой относительной влажностью воздуха.

Совершенно по-иному протекает жизнедеятельность пересаженной люцерны. У нее формируется мощная корневая шейка, по объему и весу превышающая корневую шейку посеянной люцерны в 3—5 раз. К осени в ней накапливается большой запас пластических веществ, и его хватает также на питание несколько запаздывающих с пробуждением почек. Вследствие этого у пересаженной люцерны весной, с небольшим интервалом во времени, трогаются в рост все оформившиеся почки, образуя огромные и мощные кусты, совершенно отличные по числу весенних побегов от посеянной люцерны.

Сказанное о поведении пересаженной люцерны практически подтверждается и тем, что даже не пересаженные растения люцерны, но имеющие мощные корневые шейки (обычно это растения, формирующиеся в изреженных посевах или с краю участка), почти не дают летних подгонов, а с весны формируют мощные кусты и лучше плодоносят, чем растения с мелкими коревыми шейками.

Выводы

1. В условиях Барабинской низменности люцерна при культуре на сено является наиболее экономически выгодным и биологически полноценным кормом, но широкое внедрение ее в производство задерживается из-за низкой семенной продуктивности. Возможный биологический урожай семян люцерны почти в 100 раз превышает фактический урожай, собираемый с производственных посевов.

2. Причинами низких урожаев семян люцерны являются появление летних подгонов и израстание, дегенерация семян в завязи, отсутствие трипинга и осыпание цветов. Между этими явлениями существует определенная взаимосвязь.

3. Люцерна в пересадочной культуре проявляет повышенную жизнедеятельность, выражающуюся в усилении синтеза органических веществ и обменных процессов, в почти полном самораскрывании цветов; у нее почти отсутствуют летние подгоны и явления израстания. В результате всего этого вскрывается огромный репродуктивный ее потенциал.

4. Летние подгоны — явление, связанное с борьбой за сохранение вида. Физиологически оно объясняется тем, что с весны ограниченный запас пластических веществ в корневой шейке затрачивается на рост ранее пробуждающихся почек корневой шейки, а почки, пробуждающиеся позже, начинают отрастать только летом, при поступлении органических веществ в корневую шейку из ассимиляционных органов. Это время совпадает с фазой образования генеративных органов и цветения.

5. Пересадочная культура люцерны выгодно отличается от обычных приемов семеноводства люцерны. Особенно полезен этот прием для быстрого размножения ценных сортов в хозяйствах, где ограничены ресурсы семян люцерны. Коэффициент размножения пересадочной культуры люцерны в 10—15 раз выше, чем при общепринятых приемах возделывания ее.

Поступила в редакцию
1/VI 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Р. Кожевников, Агротехника многолетних трав в полевых севооборотах Омской области. Омск, 1949.
2. В. В. Копержинский, К механизму автоматического раскрытия цветков люцерны. Докл. ВАСХНИЛ, 3—4, 1946.
3. В. Р. Вильямс, Луговое хозяйство и кормовая площадь. Сельхозгиз, 1948.
4. С. П. Смелов, Биологические основы лугового хозяйства. Сельхозгиз, 1947.
5. Н. М. Савельев, Многолетние кормовые травы в Западной Сибири. Новосибирск, 1951.
6. Л. Я. Зонштейн, О стерильности люцерны в условиях центрального Тянь-Шаня. Селекция и семеноводство, № 2, 1947.

ХРОНИКА

ОГНЕУПОРНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ КУЗНЕЦКОГО
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Развитие черной металлургии на востоке страны, предусмотренное директивами XX съезда КПСС, требует создания для нее местной базы огнеупорного сырья. Производство огнеупоров в восточных районах должно резко возрасти и достигнуть, как минимум, 50% всего производства их в Союзе.

Кузнецкий металлургический комбинат в настоящее время обеспечивается в основном дальнепривозным сырьем для всех видов огнеупоров. Перевод производства на местное сибирское сырье является одной из первоочередных задач, стоящих перед комбинатом.

По инициативе дирекции Кузнецкого металлургического комбината и Кемеровского областного правления ВНИТО черной металлургии 19—20 июня 1957 г. в г. Сталинске состоялась научно-техническая конференция по вопросу «Перспективы обеспечения Кузнецкого металлургического комбината огнеупорным сырьем». В ее работе приняли участие представители Западно-Сибирского филиала АН СССР, Западно-Сибирского геологического управления, Западно-Сибирского геологоразведочного треста Министерства черной металлургии СССР, Ленинградского института огнеупоров, Сибирского металлургического института, Гипромеца и Кузнецкого металлургического комбината.

Всего на конференции было заслушано семь докладов. Четыре из них были посвящены итогам совместных работ Западно-Сибирского филиала АН СССР, Западно-Сибирского геологического управления и Кузнецкого металлургического комбината по подготовке местной базы алюмосиликатного сырья для комбината.

Обобщающий доклад о результатах комплексного исследования двух крупных сибирских месторождений огнеупорных глин — Березовского, Алтайского края и Баркинского, Кемеровской области сделала ст. научный сотрудник ЗСФАН СССР Ф. А. Матвеева. В докладе была дана оценка исследуемого сырья и, для сравнения, сырья, эксплуатируемого комбинатом (глин Мойского и Апрельского месторождений), показана возможность использования глин для производства высших сортов огнеупоров — сталеразливочного припаса. На основе физико-химического исследования и математического обобщения массовых анализов сырья выдвинут ряд теоретических положений о процессе формирования огнеупорного черепка (фазового состава), взаимосвязи свойств глин, даны рекомендации о направлении дальнейших исследований, способствующих совершенствованию и интенсификации технологических процессов, повышению качества алюмосиликатных огнеупоров и использованию в производстве более широкой гаммы глин.

Начальник керамической лаборатории комбината М. С. Пилипенко в своем докладе осветила результаты опытов промышленного изготовления и испытания в условиях службы сталеразливочного припаса из баркинских и березовских глин. Результаты промышленных испытаний полностью подтверждают данные лабораторных исследований о пригодности сырья для производства сталеразливочного припаса. Стойкость огнеупоров из исследуемого сырья при разливе стали в ковшах мартеновского цеха комбината не уступает стойкости ковшового кирпича, изготавливаемого в настоящее время из мойских и апрельских глин.

Подробная характеристика геологических условий залегания и оценка промышленных запасов различных категорий сырья в Баркинском и Березовском месторождениях были даны в двух докладах гл. инженера огнеупорной партии Западно-Сибирского геологического управления А. А. Петропольской. Запасы глин Березовского месторождения исчисляются (в млн. т.): 12 — по категории А + В, 12,8 — по А + В + С₁ и 3,7 — забалансовые; Баркинского месторождения: 5,9 — по А + В; 7,3 — по А + В + С₁ и 1,5 — забалансовые.

Большой интерес вызвал доклад гл. геолога Барзасской экспедиции Западно-Сибирского геологического управления Д. И. Емельяновой о высокоглиноземистых глинах Барзасской группы бокситовых месторождений. Месторождения высокоглиноземистых глин, выявленные в Барзасском районе в комплексе с бокситами, являются первыми в Западной Сибири и могут представить интерес для промышленности.

Предварительные исследования глин показывают принадлежность их к сырью для высокоглиноземистых огнеупоров.

О местной базе доломитового сырья доложил инженер-геолог Западно-Сибирского геологоразведочного треста МЧМ т. Проданчук.

Доклад «Хвосты магнитной сепарации Тейского железорудного месторождения как магнезиальное сырье» был сделан гл. инженером того же треста М. Г. Русановым.

После обсуждения докладов было принято развернутое решение. В нем отмечено, что проведенным комплексным исследованием Баркинского и Березовского месторождений глин подготовлена местная база огнеупорного сырья для Кузнецкого металлургического комбината, которая сможет освободить комбинат от дальних перевозок глин с Мойского месторождения. Конференция рекомендовала Кемеровскому совнархозу в ближайшее время пустить Баркинское и Березовское месторождения в эксплуатацию.

Предложено продолжить исследования, направленные на совершенствование и интенсификацию производства огнеупоров, обогащение сырья и на использование полукислых огнеупорных глин.

Для быстрого решения вопросов комплексного освоения месторождений местного огнеупорного сырья конференция рекомендовала усилить поисковые работы по выявлению дефицитного высокоглиноземистого сырья (андалузит, силлиманит, кианит и др.), и руд хрома, магния, а также провести промышленную оценку Болотнинского месторождения огнеупорных глин; форсировать дальнейшую разведку и комплексную оценку Барзасской группы месторождений, как объекта бокситового и высокоглиноземистого огнеупорного сырья; продолжить изучение хромо-магнезиально-серпентинитовой руды Тогул-Сунгайского массива как сырья для основных огнеупоров.

Западно-Сибирскому филиалу АН СССР рекомендовано продолжать координацию работ по дальнейшему исследованию огнеупорного сырья для сибирской металлургической промышленности.

Ф. А. Матвеева.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Г. Б. ПАЛЬШИН, КАЙНОЗОЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ И ОПОЛЗНИ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ БАЙКАЛА

Изд. ВСФАН СССР, 1955, 203 стр.

Рецензируемая книга подводит итог многолетнему изучению стратиграфии и тектоники кайнозойских отложений юго-восточного побережья Байкала, а также оползней, развитых в этом районе, и мер борьбы с ними. Актуальность рассматриваемых в ней вопросов определяется требованиями практики: Иркутская ГЭС, строительство которой близится к концу, изменит существующие режимные условия Байкала и потребует, до подъема воды в озере, осуществления больших укрепительных работ на оползневых и подмывных участках кругобайкальской железной дороги. Автор почти 20 лет изучал оползни этого района, собрал и обобщил богатый фактический материал, и потому его выводы и рекомендации весьма полезны производственникам — проектировщикам и строителям.

Книга разделена на две части. Часть первая включает в себя историю исследования района, его физико-географическую характеристику, описание геологического строения и подземных вод. Во второй части описываются физико-механические свойства третичных отложений, волновые процессы и динамика пляжа, дается инженерно-геологическая характеристика оползневых участков; в последней главе излагается опыт борьбы с оползнями и даются соответствующие рекомендации. В конце книги кратко характеризуются некоторые оползни по юго-восточному берегу Байкала, приводится список литературы.

В книге читатель найдет не только интересные данные об абразии и оползнях берегов Байкала, но и оригинальные построения геологической истории района. Южно-Байкальскую впадину автор рассматривает как осложненный складками второго порядка крупный прогиб, длительно развивающийся на фоне прерывного и неравномерного поднятия окружающих горных массивов в виде сводов. На основании опорных скважин, пробуренных трестом «Востоксибнефтегеология», и других новых данных Г. Б. Пальшин относит начало формирования впадины к миоцену и считает, что это формирование сопровождалось образованием сравнительно сжатых синклинальных и антиклинальных складок, усложненных затем дизъюнктивными дислокациями.

Колебания уровня Байкала автор связывает с процессами оледенения Хамар-Дабана, имевшими место в недавнем геологическом прошлом.

При этом он утверждает, что «широкое распространенное четвертичное оледенение в Прибайкалье получило полное подтверждение только после работ В. А. Обручева» (стр. 71), и ссылается на статью В. А. Обручева «Признаки ледникового периода в Северной и Центральной Азии» (Бюлл. комиссии по изуч. четвертичного периода АН СССР, № 3, 1931). Но такая ссылка неправомерна, так как В. А. Обручев в этой статье пишет, что «на перевале Кяхтинского купеческого тракта в верховьях р. Машиха... я не встретил признаков оледенения». В. А. Обручев не отрицает возможности в прошлом небольшого оледенения в пределах Хамар-Дабана, но выяснение его, по мнению ученого, — «дело будущих специальных исследований». На приложенной к статье В. А. Обручева карте район работ Г. Б. Пальшина показан вне пределов оледенения.

Исследователи мало приводят данных, свидетельствующих о бывшем здесь оледенении, прежде всего фациальных, геоморфологических, а описания трогов, штриховок, притираний бараньих лбов и др. совсем отсутствуют. Долины р. Переемой и р. Выдрино имеют обычные речные профили, а не троговые; в них совершенно нет признаков ледникового выпайивания, шлифования и пр. Между тем Г. Б. Пальшин говорит о «мощном леднике, спускающемся с Хамар-Дабана по долине р. Выдрино». Почему же тогда этот ледник оставил после себя обычную горную, речную, а не ледниковую долину? Не принимает ли автор рецензируемого труда пролювиальные и озерно-аллювиальные отложения за ледниковые? По-видимому, не случайно, он не обмолвился ни единым словом о пролювии, хотя был очевидцем нескольких мощных силевых паводков на юго-восточном побережье Байкала за последние 25 лет.

«В середине четвертичного периода... поднятие Хамар-Дабана и похолодание

климата привели к мощному оледенению, которым было охвачено все Прибайкалье», — читаем мы на стр. 90. На предшествующей странице автор говорит, что «в плиоцене появились ледники, ведь причины, вызвавшие оледенение Прибайкалья, действовали значительно раньше среднечетвертичного времени и, более того, ледники начали исчезать в начале последнего вздымания Хамар-Дабана, продолжающегося и в современную эпоху».

Формирование третьей (15—20 м) террасы Байкала более вероятно объяснить абразией в процессе новейших тектонических поднятий окружающих котловину горных сооружений, а не изменением уровня озера. Если в период оледенения «уровень Байкала, по-видимому, был ниже современного не менее, чем на 20 м» (стр. 90), то озеро, следовательно, было бессточным и имело другой солевой режим. Однако такой вывод не подтверждается ни геоморфологическим анализом террас верховьев р. Ангара, ни особенностями развития Байкальской фауны.

Автор правильно указывает на прямую связь современных физико-геологических процессов, таких, как горные обвалы и оползни, широко развитые на южном и юго-восточном побережьях Байкала, с неотектоникой. Непременным условием образования и дальнейшего развития оползневых процессов является подрез склона, вызванный эрозионным или абразионным подмывом, или увеличением крутизны горного склона в связи с тектоническими поднятиями или опусканиями отдельных блоков земной коры. Однако в изложении этого вопроса Г. Б. Пальшиным нет последовательности. На стр. 175 читаем: «В середине четвертичного периода, когда уровень Байкала был значительно ниже современного, оползневые смещения проявлялись в более крупных масштабах и играли важную роль в общем процессе денудации склона». На стр. 91 сказано, что «в образовании и динамике оползневых процессов громадная роль принадлежит донной и береговой абразии». Спрашивается, насколько же интенсивной могла быть абразия при низком уровне озера? И далее: понижение уровня озера происходило одновременно с поднятием Хамар-Дабана или оно было следствием уменьшения стока с образованием ледников на горах?

Признавая значительную роль неотектоники в развитии современных оползней, считая «все прибрежные косогоры, к которым приурочена большая часть оползней... участками с повышенной сейсмичностью», соглашаясь с мнением многих исследователей о современном поднятии Хамар-Дабана, утверждая исключительную роль волновых процессов и донных течений в современной абразии берега, Г. Б. Пальшин неожиданно приходит к парадоксальному выводу: «В целом оползневой процесс идет по затухающей линии» (стр. 175).

Классифицируя оползни по фазам развития оползневого процесса, Г. Б. Пальшин подразделяет их на оползни приостановившиеся и оползни в состоянии движения пород по склону. Первые он разделяет в свою очередь на оползни в стадии подготовки к движению, оползни в состоянии приобретенной устойчивости и оползни, испытывающие временное спокойствие. Предлагаемая классификация явно субъективна и совершенно необоснованна; она не отражает ни геологической основы, ни физико-механических свойств пород, ни условий равновесия.

История развития оползневых процессов в Прибайкалье в труде Г. Б. Пальшина, к сожалению, не получила четкого и последовательного освещения. Это однако не умаляет достоинств рецензируемой книги, особенно ее практической ценности в разработке мер борьбы с оползнями и укрепления берегов Байкала. Надо пожелать, чтобы больше издавалось подобных работ, обобщающих богатый фактический материал проектных и исследовательских организаций, хранящийся в фондах и не приносящий должной пользы народному хозяйству.

Ф. А. Никитенко.

СТАТЬИ.

опубликованные в журнале «Известия восточных филиалов Академии наук СССР» в 1957 году

- К новому подъему науки в восточных районах страны, № 2.
Бардин И. П. Двадцать пять лет развития научных учреждений Академии наук СССР на периферии, № 8.
Горбанев А. И. Расцвет науки и культуры народов СССР, № 10.
Азатян В. Д. Научный центр Армении, № 8.
Алиев М. М. От филиала АН СССР к республиканской академии, № 8.
Амиханов Х. И. Развитие научных исследований в Дагестанском филиале АН СССР, № 8.
Афанасьев А. В., Чепелев К. Г. Развитие науки в Казахской ССР, № 8.
Ахунбаев И. К. Киргизский филиал АН СССР — база для организации Академии наук Киргизской ССР, № 8.
Быков В. Т., Майоров В. М., Стоценко А. В. Форпост науки на Дальнем Востоке, № 8.
Вавилов П. П. Научная деятельность Коми филиала АН СССР, № 8.
Горбачев Т. Ф. Западно-Сибирский филиал АН СССР, № 8.
Горбачев Т. Ф. Развитие производительных сил и рост науки Западной Сибири, № 10.
Гросул Я. С. Молдавский филиал АН СССР, № 8.
Кротов В. А. Изучение производительных сил Восточной Сибири, № 8.
Мелехов И. С. Исследования бывшей Северной базы и Архангельского стационара АН СССР в области лесоведения и лесоводства, № 8.
Никаноров К. В. О некоторых итогах деятельности Казанского филиала АН СССР, № 8.
Сидоренко А. В. Кольский филиал АН СССР и развитие производительных сил Мурманской области, № 8.
Слодзевич В. С. Некоторые итоги научных исследований в Карельском филиале АН СССР, № 8.
Умаров С. У. Таджикский филиал АН СССР и его роль в создании Академии наук Таджикистана, № 8.
Черский Н. В. О деятельности Якутского филиала АН СССР, № 8.

Экономика

- Бандман М. К., Шнипер Р. И. Внешние производственно-экономические связи Бурят-Монгольской АССР и ближайшие перспективы их развития, № 12.
Кокосов Н. М. Об организации топливоснабжения Урала, № 3.
Кротов В. А. Основные проблемы экономического развития Восточной Сибири, № 1.
Меккель С. А. О некоторых экономических предпосылках внедрения узкозахватной выемки угля, № 4—5.
Ныров С. В. Некоторые вопросы развития производительных сил Западной Сибири, № 2.
Школьников М. Г. О перспективах развития и экономическом районировании восточных районов РСФСР, № 9.

Геология и геофизика

- Арикутов Н. В. Спектрографическое определение германия в золах углей, № 1.
Белянин Н. М., Сендерзон Э. М. Геология Кузнецкого бассейна за 40 лет Советской власти, № 10.
Богацкий В. В. Перспективы нахождения россыпей титановых минералов (в свете анализа условий их образования) в восточных районах Западно-Сибирской низменности, № 11.
Варламов И. П. К истории геологического развития Центральной Якутии в верхнемеловое и кайнозойское время, № 3.
Вдовин В. В. К поискам антиклинальных структур геолого-геоморфологическим методом на северо-востоке Западно-Сибирской низменности, № 7.

- Вихерт А. В. Об условиях образования отложений Верхоянского комплекса, № 11.
Вихерт А. В. О климатическом режиме Верхоянского бассейна в перми и триасе, № 1.
Воропинов В. С. Сопоставление разрезов Верхоянской свиты на юге Сибирской платформы, № 6.
Данилович В. Н. О рабочей классификации и терминологии разрывных смещений. Часть I, № 11, Часть II, № 12.
Дербинов И. В. Сульфидная минерализация в Колывань-Томской складчатой зоне в свете двух гипотез генезиса гидротермального полиметаллического оруденения, № 7.
Зведер Л. Н. Некоторые закономерности парагенетических связей пиропов и алмазов, № 7.
Звоначев И. Н. О проблеме сибирской нефти, № 6.
Ивенсен Ю. П. Материалы к познанию генезиса гранитных пегматитов, № 7.
Игнатченко Н. А. Петрографические разновидности мезозойских углей и некоторые особенности угленакпления в Якутско-Кангаласском районе Ленского угольного бассейна, № 12.
Карташов Н. П. Урановые эквиваленты калия по гамма- и бета-излучению, № 4—5.
Кларовский В. М. Главнейшие итоги работы геологов Западно-Сибирского филиала Академии наук СССР, № 10.
Кларовский В. М. О боровой минерализации Верхне-Учеленского месторождения в Горной Шории, № 1.
Колесникова Т. П. К минералогии юрских отложений в бассейне р. Непы, № 7.
Коровин М. К. Новые материалы по геологии и угленосности Чулымо-Енисейской впадины, № 9.
Кузнецов В. А. Основные этапы развития магматизма и элементы металлогении Горного Алтая, № 2.
Логачев Н. А. О стратиграфии кайнозойских отложений межгорных впадин по данным пылецевого анализа (на примере впадин Прибайкалья), № 12.
Луцкий И. В. Об отношении девонской вулканогенной серии Минусинского межгорного прогиба к подстилающим породам, № 9.
Матвеевская А. Л. Тектоника погребенного палеозойского фундамента южной части Западно-Сибирской низменности, № 4—5.
Никитенко Ф. А. Лессовидные породы Верхнего Приобья, № 9.
Никифорова И. К. О стратиграфическом положении мезозойской флоры Тынско-Торомского междуречья (Западное Приохотье), № 4—5.
Николаев В. А. Научные исследования М. К. Коровина и их значение в познании геологического строения Сибири, № 4—5.
Огарин И. С. Плотностная характеристика пород разреза восточной окраины Русской платформы, № 6.
Одинцов М. М. Основные черты геологии Сибирской алмазодонной провинции, № 1.
Одинцов М. М., Флоренсов Н. А., Хренов П. М. Некоторые геологические закономерности размещения полезных ископаемых на юге Восточной Сибири, № 2.
Пальшин Г. Б. Оползни на берегах Байкала, № 4—5.
Пономарев В. Н., Суворов Е. А. Скважинная магнитометрическая установка, № 9.
Поспелов Г. Л. О типах механических геологических напряжений в геотектонической решетке, № 1.
Поспелов Г. Л. Структурно-геологические закономерности размещения железорудных районов Алтае-Саянской области, № 3.
Проводников Л. Я. Схема структурных элементов, вещественного состава и рельефа фундамента Западно-Сибирской низменности по геофизическим данным, № 6.
Пронин А. А. Успехи изучения геологии и полезных ископаемых Урала за 40 лет и задачи дальнейших исследований, № 10.
Трапп А. Б. О путях накопления германия в углях и некоторые задачи его дальнейших исследований, № 1.
Хлонова А. Ф. О выделении руководящих видов при определении возраста отложений по спорово-пыльцевому анализу, № 2.
Чарушин Г. В. К определению простирания слабо дислоцированных осадочных пород по трещиноватости, № 3.
Черников К. А. О геологическом строении Павлодарского Прииртышья (Кайнаминская впадина), № 11.
Шахов Ф. Н. Некоторые тектуры серноколчеданных руд, № 4—5.

Химия

- Атавин А. С. К вопросу выяснения механизма образования пентаэритрита, № 9.
Быков И. Е., Зелянская А. И. О влиянии теллура на полиграфическую полну селена, № 2.

- Быков И. Е. Разделение некоторых металлов при помощи ионного обмена в присутствии нитрозо-Р-соли, № 1.
- Геблер И. В., Стражковская К. К. О поглощении бурым углем тяжелых металлов из разбавленных растворов их солей, № 12.
- Голутвин Ю. М., Крюкова В. Н., Троицкая Л. Н., Малышева Т. В., Буторин К. К. Химическое обогащение марганцевых руд Икат-Гаргинского месторождения, № 7.
- Горбанев А. И., Никольская Ю. П. Минеральные озера Западной Сибири — мощная база для развития химической промышленности, № 12.
- Диев Н. П., Давыдов В. И. Исследование равновесных давлений над твердым сульфидом четырехвалентного германия, № 7.
- Заболоцкий Т. В. Об активации реакции окисления азота в разряде, № 1.
- Зелянская А. И., Баусова Н. В. Отделение галлия от цинка, меди, кобальта, никеля и железа методом ионного обмена, № 7.
- Ивановский Л. Е., Смирнов М. В. Поведение анодов и низших окислов титана при электролизе расплавленных хлоридов щелочных металлов, № 10.
- Кесслер Ю. М., Горбанев А. И. О теплотах разбавления растворов хлоридов щелочных металлов в высококонцентрированной перекиси водорода. Сообщение 1, № 4—5. Сообщение 2, № 6.
- Кожеников Г. Н., Кузнецов С. И. К вопросу об извлечении глинозема из геленитсодержащих шлаков, № 11.
- Котляревский И. Л., Занина А. С., Липович В. Г. Ароматизация дивинилацетилена, № 4—5.
- Мальцев В. С., Олейникова Г. В., Хазанов Е. И. Минералогический состав и структура алюмокальциевых шлаков с повышенным содержанием окислов титана, № 7.
- Михайлов М. А. Кинетика пиролиза фторида кальция и флюорита в динамических условиях, № 9.
- Оболонец Р. Д., Нетупская С. В., Машкина А. В., Гладкова Л. К. Химия сераорганических соединений типа встречающихся в нефтях и нефтепродуктах. Сообщение 1. Синтезы некоторых меркаптанов, дисульфидов и сульфидов, № 10.
- Оболонец Р. Д., Айвазов Б. В. Химия сераорганических соединений типа встречающихся в нефтях и нефтепродуктах. Сообщение II. Изотермы адсорбции на силикагеле некоторых меркаптанов, дисульфидов и сульфидов, № 12.
- Паздников П. А., Волкова П. И. Гидросульфатизация сульфидных концентратов и промпродуктов азотной кислотой и продуктами ее разложения, № 1.
- Паздников П. А. Новое в технологии комплексного использования медноцинковых концентратов, № 6.
- Пастухов А. И. Распределение кислорода и активность его в фазах хромсодержащей жидкой системы железо — основной шлак, № 11.
- Пентегова В. А., Лисина А. И. Применение метода адсорбционной хроматографии при анализе смоляных и окислительных кислот, № 1.
- Петров Е. С. О взаимодействии солей цезия с кремнеземом и глиноземом при нагревании, № 4—5.
- Попова Н. И., Беляев В. И., Стукова Р. Н. Изучение процесса каталитического окисления пропилена, № 7.
- Попова Н. И., Вермель Е. Е. Изучение процесса каталитического окисления пропилена, № 9.
- Разумов Н. В., Жестков Д. К. Ускоренный метод определения азота в нефтях и нефтепродуктах, № 11.
- Сафонова Е. Г., Хазанов Е. И. Некоторые закономерности восстановления окиси магния карбидом кальция, № 4—5.
- Серебрякова А. В., Паздников П. А. Хлорирование окиси магния в расплаве хлористых солей, № 12.
- Смирнов М. В., Илюшенко Н. Г. Гидролиз фторида тория в солевых расплавах, № 4—5.
- Смирнов М. В., Пальгусов С. Ф., Волченкова З. С. О состоянии кислорода в солевых расплавах, содержащих титан, № 3.
- Фишер Л. Б., Марушкин М. Н., Беленькая А. П. Каталитическая дегидрогенизация бутана в бутен на катализаторах из местного сырья, № 1.
- Фишер Л. Б., Терпугова М. П., Котляревский И. Л. Каталитическая дегидрогенизация 2,3-диметилбутана, № 9.

Технические науки

- Абрамович Д. И. К гидравлической характеристике грунтовых вод равнинной части Кулундинской степи, № 2.
- Абрамович Д. И. Режим грунтовых вод Кулундинской степи, № 7.
- Аниенкова В. З., Дмитриев Г. Н., Сысков К. И., Струков А. Н. Металлургический кокс из углей Иркутского бассейна, № 6.

- Баканов Г. Е. О некоторых показателях разработки полей основных шахт Прокопьевского рудника в Кузбассе, № 12.
- Бондарев Ю. Е. Работа динамического изгиба, № 3.
- Бубыр А. А. Использование льда, как материала для строительства гидротехнических сооружений, № 6.
- Вехов В. А. Дилатометрический метод определения коксующести углей, № 2.
- Вонсовский С. В. Проблемы физики твердого тела в работах Института физики металлов Уральского филиала АН СССР, № 8.
- Диев Н. П., Падучев В. В., Топорова В. В. Применение водяного пара при бессемеровании медных штейнов на кислороде, № 6.
- Диев Н. П., Чугаров Г. И. Исследование проблем металлургии тяжелых цветных металлов в Институте металлургии Уральского филиала АН СССР, № 8.
- Дюнин А. К. Об аналитическом определении приземных скоростей ветра за проливаемыми снегозадерживающими конструкциями, № 1.
- Еврейская В. Е. Усиление транспортных связей Кузбасса, № 2.
- Заславская Т. Б. Определение нагрузки, соответствующей максимуму к.п.д. длинной линии электропередачи, № 7.
- Заславская Т. Б. О техническом пределе пропускной способности компенсированной линии электропередачи, № 3.
- Клушин Н. А. Исследование пневматических молотков с новым циклом, снижающим отдачу, № 4—5.
- Коржавин К. Н. Новый метод определения фактического давления льда на опоры мостов, № 1.
- Кривошеков Г. В., Дробинина А. В. Новый вид катода для термоэлектронной эмиссии, № 2.
- Кунин И. А. К гидродинамической теории смазки подпятника, № 4—5.
- Кусницын Г. И. Исследование воздухораспределительных устройств пневматических машин ударного действия, № 10.
- Лисин Д. М. О физико-механических свойствах кокса. Часть 1. Теоретическая, № 2. Часть 2. Экспериментальная, № 3.
- Лоскутова Е. Н. К вопросу о совместном дроблении углей, руд и флюсов, № 4—5.
- Малик Л. К. Некоторые особенности формирования весенних паводков рек Алаты и Кузнецкого Алатау и их учет при определении максимальных снеговых расходов, № 7.
- Максаков М. М. Об одном из вариантов осуществления одноступенчатой искусственной коммутации мостовой схемы, № 6.
- Марков П. И. Анализ продольного профиля рек Кольского полуострова в связи с учетом их потенциальной мощности, № 11.
- Ольшевский О. В. К расчету дальних электропередач с учетом активных потерь, № 7.
- Ольшевский О. В. Повышение пропускной способности дальних электропередач распределением настраиваемой емкости, № 11.
- Пахомов М. П. О влиянии упругости пути на свободные вертикальные колебания электровоза, № 7.
- Пятунин И. К., Бабин Е. П. Пути рационального использования фусов коксохимических заводов, № 11.
- Соколов С. Г. О понижении напряжения в контактной сети на электрическом транспорте, № 9.
- Судинишников Б. В., Родионов Г. В. Некоторые итоги исследований в области горных машин, № 10.
- Улинич Ф. Р. Некоторые вопросы теории хрупкого разрушения, № 6.
- Федорова Г. Г. Экспрессный метод сравнительной оценки качества глины как заливочного материала, № 12.
- Фоминих А. М. Гидравлический расчет трубчатых распределительных систем большого сопротивления для подачи воздуха в зернистую загрузку, № 11.
- Цвид А. А. К вопросу о сооружении земляных плотин с замораживанием естественным холодом, № 3.
- Черменский М. П. О применении новой техники на железнодорожных изысканиях, № 12.
- Чернобровкин В. П. Причины предвсасочного расширения чугуновых отливок, № 4—5.
- Чинакал Н. А. Институт горного дела Западно-Сибирского филиала Академии наук СССР к 40-летию Октября, № 10.
- Шумский И. Н. Полевой ускоренный метод качественной оценки глины в разведочных работах, № 11.
- Щербаков В. К., Васильев А. И., Путилова А. Т., Зайнуллина Р. С. Перспективы развития энергетики Западной Сибири и Красноярского края, № 1.
- Щербакова М. Я., Доньянишны Е. Ф., Трубецкой А. И. Радиочастотный масс-спектрометр с повышенной разрешающей способностью, № 9.

Биология

- Бухтеева А. В. Луга поймы Енисея в районе Туруханска, № 6.
 Быков В. Т., Титлянов А. А. О культуре женьшеня в Корейской народно-демократической республике, № 10.
 Вагина Т. А. Опыт улучшения засоленных лугов Барабы, № 9.
 Ванюков Н. Ф. Биология цветения и плодообразования люцерны, № 12.
 Гирфанова Л. Н. Двукрылые энтомофаги и их роль в снижении численности парного шелкопряда в Башкирии, № 9.
 Горбунова Г. С. К вопросу о фотосинтезе растений в условиях Центральной Якутии, № 1.
 Горшкова А. А. Пастбищная дигрессия естественных фитоценозов в условиях Бадаганской лесостепи, № 2.
 Давыдкин В. П., Станко С. А. Внешние условия и усвоение света растениями, № 1.
 Дьяконова А. А. Изменение некоторых физических и химических свойств целинных черноземов при их обработке, № 3.
 Золотников В. Г. Еще раз об основных методологических принципах построения генетической классификации почв, № 4—5.
 Зубкус Л. П. О продолжительности жизни пыльцы кандыка сибирского, № 7.
 Кожова О. М. Горизонтальное распределение планктонных водорослей в озере Байкал, № 4—5.
 Коломиец Н. Г. Состояние и задачи биологической борьбы с сибирским шелкопрядом, № 9.
 Комаренко Л. Е. К изучению флоры водорослей реки Индигирки, № 4—5.
 Коряков Е. А. Первые данные по биострою озера Байкал, № 7.
 Крылов Г. В. Принципы и схема лесорастительного районирования Западной Сибири, № 3.
 Кузьмин В. А. Опыт исследования «органических клеев» в агрегатах целинных и пахотных почв Иркутской области, № 1.
 Кумина А. В. Телецкий рефугиум третичной растительности, № 2.
 Логутенко Н. В. Эффективность различных способов обработки плотной дернины низинных лугов Горного Алтая, № 9.
 Мазепова Г. Ф. К познанию вертикальных миграций *Cyclops Kolensis*, Lill. в оз. Байкал, № 4—5.
 Малышев Л. И. Вертикальное распределение растительности на побережье Северного Байкала, № 10.
 Мурашов Н. А. Влияние известково-магневых отходов металлургической промышленности на урожай сельскохозяйственных растений и его качество, № 11.
 Мурашов Н. А. Изменение агрохимических свойств среднестолбчатых солонцов Северной Кулунды при их освоении, № 4—5.
 Надеждин Б. В. К вопросу о взаимодействии древесной растительности и почв в сосновых лесах южной части Средней Сибири, № 3.
 Некрасова Т. П. К методике изучения динамики плодоношения у хвойных, № 6.
 Никитин Г. П. О роли конденсации парообразной влаги атмосферы в водном режиме почв Центральной Якутии, № 12.
 Номоконов Л. И. К вопросу о классификации пойменных лугов Сибири, № 3.
 Номоконов Л. И. Краткий обзор пойменных лугов Лены, № 11.
 Панфилов В. П. О полевой влагоемкости и некоторых закономерностях передвижения влаги в темно-каштановых почвах Центральной Кулунды, № 2.
 Пахомова Л. М. Биологические особенности культурных и дикорастущих многолетних трав в условиях Башкирии, № 7.
 Реймерс Ф. Э. Влияние термопериодов на прохождение стадий яровизации растениями репчатого лука, № 11.
 Селяков С. Н. Классификация засоленных почв по характеру засоления, № 4—5.
 Сидоренко А. И. *Pseudomonas aurantiaca* — образователь гумусоподобных органических веществ неспецифической природы, № 1.
 Смирнов А. В. Высокогорные кедровые леса Прибайкалья, № 10.
 Строганов С. У. К вопросу о происхождении фауны насекомых Сибири, № 2.
 Строганов С. У. О виде и его систематических критериях в зоологии, № 6.
 Федорова В. С. О закономерностях накопления витамина С и каротина в дикорастущих растениях, № 7.

Хроника

- Абрамов Б. А. Совещания по качеству стального слитка на Урале, № 6.
 Безрукова Т. И. Издательская деятельность Якутского филиала АН СССР, № 9.
 Белинский Б. В., Долгушин И. Ю. Первый полевой сезон Якутской комплексной экспедиции Якутского филиала АН СССР, № 1.
 Белов И. В. Основные итоги совещания по металлогении Западного Забайкалья, № 1.

- Белоусов С. А. В Президиуме Академии наук СССР, № 4—5.
 Бессонова А. К. Итогам III координационного совещания по созданию металлургии легких металлов Восточной Сибири на базе местных руд, № 2.
 Драчевский К. П. Из практики координации научных исследований в Дальневосточном филиале АН СССР, № 10.
 Иванов Б. В. XI отчетная научная сессия Западно-Сибирского филиала АН СССР, № 4—5.
 Кузнецов В. А. Координационная комиссия по проблеме редких металлов в Западно-Сибирском филиале, № 3.
 Матвеева В. А. Огнеупорное сырье для Кузнецкого металлургического комбината, № 12.
 Некрасова Т. П. Выездная научная сессия Отделения биологических наук, АН СССР, № 1.
 Реймерс Ф. Э. Первое чтение памяти М. Г. Попова, № 2.
 Румер Ю. Б. Институт радиофизики и электроники при Западно-Сибирском филиале АН СССР, № 1.
 Соболевская К. А. Сибирское совещание по озеленению, № 3.
 Савкин М. М. Крупный научный центр в Сибири, № 7.
 Соколов Е. Н. Опыт координации научной деятельности металловедов и термистов Свердловска, № 6.
 Сперанский Б. Ф. (некролог), № 3.
 Ткачук В. Г., Гречищев Е. К. Главные направления работы в области инженерной геологии и гидрогеологии института геологии Восточно-Сибирского филиала, № 1.

Критика и библиография

- Бандман М. К. Новый труд по географии Западной Сибири, № 1.
 Бессонов С. В. Плаксин И. В., Мясникова Г. А., Околович А. М. «Флотационное обогащение мышьяково-пиритных руд», № 10.
 Кузнецов В. А., Пинус Г. В. О некоторых спорных вопросах геологии Тувы, № 2.
 Никитенко Ф. А., Пальшин Г. Б. «Кайнозойские отложения и оползни юго-восточного побережья Байкала», № 12.
 Материалы по изучению производительных сил Б.-М. АССР, № 6.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА

- М. К. Бандман, Р. И. Шнипер. Внешние производственно-экономические связи Бурят-Монгольской АССР и ближайшие перспективы их развития 3

ГЕОЛОГИЯ

- Н. А. Игнатченко. Петрографические разновидности мезозойских углей и некоторые особенности угленакопления в Якутско-Кангаласском районе Ленского угольного бассейна 15
Н. А. Логачев. О стратиграфии кайнозойских отложений межгорных впадин по данным пылецевого анализа 27
В. Н. Данилович. О рабочей классификации и терминологии разрывных смещений. Часть II. Общая классификация срывов 33

ХИМИЯ

- А. В. Серебрякова, П. А. Паздников. Хлорирование окиси магния в расплаве хлористых солей 45
Р. Д. Оболенцев, Б. В. Айвазов. Химия сера-органических соединений типа встречающихся в нефтях и нефтепродуктах. Сообщение II. Изотермы адсорбции на силикагеле некоторых меркаптанов, дисульфидов и сульфидов 54
А. И. Горбанев, Ю. П. Никольская. Минеральные озера Западной Сибири — мощная база для развития химической промышленности 68
И. В. Геблер, К. К. Страмковская. О поглощении бурым углем тяжелых металлов из разбавленных растворов их солей 78 ✓

ТЕХНИКА

- Г. Е. Баканов. О некоторых показателях разработки полей основных шахт Прокопьевского рудника в Кузбассе 83
Г. Г. Федорова. Экспрессный метод сравнительной оценки качества глины как заливочного материала 87
М. П. Черменский. К вопросу о применении новой техники на железнодорожных изысканиях 97

БИОЛОГИЯ

- Г. П. Никитин. О роли конденсации пароводяной влаги атмосферы в водном режиме почв Центральной Якутии 106
Н. Ф. Ванюков. Биология цветения и плодообразования люцерны 113

ХРОНИКА

- Ф. А. Матвеева. Огнеупорное сырье для Кузнецкого металлургического комбината 120

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Г. Б. Пальшин. «Кайнозойские отложения и орогении юго-восточного побережья Байкала», Ф. А. Игнатченко 122
Статьи, опубликованные в журнале «Известия восточных филиалов Академии наук СССР» в 1967 году 124

Технический редактор А. М. Чиков. Корректор О. Д. Соколова.

МН 02001. Подписано к печати 23 октября 1957 г. Тираж 1100 экз. Заказ № 179. Формат 70×108/16=4,12 бум. листов. 11,3 печ. л.+1 вкл., 12,25 изд. л.

Новосибирское книжное издательство, Красный проспект, 18. Типография № 1 Полиграфиздата.
Новосибирск, Красный проспект, 20. Цена 7 руб.

Лет. 1910 г. 14.11

Цена 7 р.

10