

25
АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

Т Р У Д Ы
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫПУСК 15. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (№ 5)

В. П. МАСЛОВ

ГЕОЛОГО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК СРЕДНЕГО КЕМБРИЯ
ПРИАНГАРЬЯ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ)

Обложка

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

В. П. МАСЛОВ**ГЕОЛОГО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК СРЕДНЕГО КЕМБРИЯ
ПРИАНГАРЬЯ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ)****ВВЕДЕНИЕ**

Литологическое изучение среднего кембрия Ангарского района началось в связи с исследованием соленосных месторождений в его нижних горизонтах. Геологическое изучение и разведка этих месторождений столкнулись с необходимостью расчленения мощной (более 1000 м) толщи $С_2$ на более дробные единицы. Это расчленение возможно было произвести только детальными работами в полевых условиях, так как средний кембрий Восточной Сибири сложен очень похожими друг на друга доломитами, доломитовыми известняками и доломитовыми мергелями. Между тем расширение добычи соли и, в связи с этим, поиски более выгодных мест для рудника связывались с выяснением тектоники района и глубины залегания соляных пластов. Кроме того, проектировавшиеся в свое время шахты для добычи соли и гидроэлектроустановка в районе распространения среднего кембрия потребовали более точных знаний литологии этой мощной карбонатной толщи. Необходимо было выяснить генезис некоторых оригинальных карбонатных пород и дать их характеристику и классификацию. В связи со всеми этими вопросами возник ряд работ по изучению среднего кембрия в разное время, проводившихся разными лицами в районе, главным образом, Усолье—Черемхово. Эти работы дали значительные результаты, и наши познания относительно карбонатной толщи $С_2$ в настоящее время позволяют сделать некоторые общие выводы.

Настоящая работа касается, главным образом, литологии карбонатных пород по наблюдению автора, производившего исследование в Ангарском районе в 1928—1931 гг. и в районе р. Киренги в 1936 г. Но так как автор занимался также общей геологией и геологической съемкой, то при этом даются некоторые краткие сведения о геологическом строении района.

В результате работ последнего десятилетия месторождение каменной соли у г. Усолья на р. Ангаре расширено до целого соленосного бассейна. Источники соленых вод известны на огромном пространстве в Восточной Сибири в области распространения среднего и верхнего кембрия. Эти источники говорят за то, что, вероятно, соленосные толщи имеются на большой площади и что, таким образом, поиски каменной соли возможно распространить и на другие участки Восточной Сибири. Сейчас, когда транспортные возможности в этой стране ограничиваются Сибирской магистралью, двумя водными артериями (рр. Ангарой и Леной) и двумя шоссейными путями от р. Ангары до р. Лены, расположение крупных заводов может быть приурочено лишь к р. Ангаре, у которой проходит железная дорога. В случае постройки Байкало-Амурской ма-

гистрала ситуация резко изменится. Дальний Восток, остро нуждающийся в соли, естественно, требует наиболее восточного расположения места добычи этой соли. Усольское месторождение является наиболее восточным месторождением из известных в пределах СССР и расположенных на линии железной дороги. Более восточные месторождения в Якутской АССР (например, Вилюйские месторождения) сейчас являются недоступными, и доставка продуктов даже речным путем на Дальний Восток будет нерентабельной. При проведении Байкало-Амурской магистрали северные, т. е. Ленские и Киренгские, месторождения соли будут располагаться значительно ближе к Дальнему Востоку и при благоприятных геологических условиях могут оказаться более рентабельными, чем месторождение у г. Усоля. Так как и эти северные месторождения связаны также со средним кембрием, изучение последнего приобретает важное значение. Таким образом, характеристика среднего кембрия на р. Ангаре сыграет свою роль для познания всего среднего кембрия в целом на огромном пространстве Восточной Сибири, тем более что он имеет удивительно однообразный облик по всей этой стране.

1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ СРЕДНЕГО КЕМБРИЯ ПРИАНГАРЬЯ

1. Исследование карбонатной толщи среднего кембрия

Собственно среднему кембрию Ангарского района было уделено внимание лишь в 1923 г. М. К. Коровиным, производившим геологическую съемку в десятиверстном масштабе в Иркутской обл. До него наиболее обстоятельной работой, трактующей геологию этого района, являлась книга К. И. Богдановича (1896), сильно устаревшая как в отношении стратиграфии, так и тектоники. М. К. Коровин (1927) в результате своих работ близ г. Усоля выпустил в свет книгу, почти целиком посвященную среднему кембрию. В результате работ М. К. Коровина был установлен среднекембрийский возраст доломитовой толщи на основании находки трилобитов *Olenellus obrutschevi* Lerm., определенных Е. В. Лермонтовой. М. К. Коровин в своей работе пытается дать стратиграфический разрез среднего кембрия и его расчленение на отдельные горизонты. Материалы, которыми он воспользовался, состояли из журналов буровых скважин (ударных и одной алмазной), составленных буровыми мастерами. Эти материалы нужно считать дефектными, так как описание пород и способ коллектирования образцов не выдерживают критики. Вследствие этого, схемы, предлагаемые М. К. Коровиным, нельзя признать удачными. То же нужно сказать и про тектонические схемы (в особенности в районе самого г. Усоля), в которых этот автор, на основании крепости расколов в скважинах, пытается доказать тектонические разрывы, не учитывая карстовых ходов. Заслугой М. К. Коровина является указание на сильную раздробленность доломитовой толщи и на участие брекчий в ее строении. Но его разрезы вдоль р. Белой (с построением резких мелких складок) оказались совершенно ошибочными, ибо не были учтены карстовые, тектонические и другие явления, характерные для среднего кембрия. Таким образом, даже фактический материал в этой книге грешит многими дефектами и является устаревшим. В рассматриваемой работе собраны сведения по всем скважинам, пробуренным на соль до 1927 г. в районе г. Усоля, а также кратко изложены прежние разведочные и геологические работы и литература.

Второй многолетней работой являлись мои маршруты и съемки в Восточной Сибири с целью выяснения тектоники среднего кембрия и подыскания более выгодного места для соляного завода с шахтной добычей соли. В результате этих работ в 1929 г. была заложена буровая скважина у с. Н. Булай. При бурении этой скважины достигли соли

на 100 м раньше, чем при бурении скважины у г. Усоля и было доказано, что и здесь существует соленосная пачка не менее 100 м мощности. Скважина у с. Н. Булай дала первую сплошную колонку керна, в дальнейшем исследованную детально в Иркутске Я. Я. Яржемским и мною по нескольким образцам в Ленинграде. В результате моих исследований 1928—1929 гг. мощная толща доломитов среднего кембрия была довольно грубо расчленена на несколько условных литологических горизонтов. Некоторые из них, как наиболее выдержанные, продолжают играть роль и в настоящее время, как, например, горизонт $Ст_2^2$, названный более поздними исследователями булайской свитой. Материал, относящийся к среднему кембрию, был обработан и описан в моем рукописном отчете. При новых исследованиях у меня изменился взгляд на многие породы. Подвергнув их дальнейшей переработке, я предлагаю их ниже вниманию читателя.

В промежутке между 1929 и 1934 гг. в Ангарском районе производились многочисленные работы, посвященные среднему кембрию. Так, в районе р. Иркуты у с. Введенского сначала Л. Н. Балавинским, а затем Я. Я. Яржемским в течение двух лет велась разведка цементных известняков, выявленных мною в 1928 г. Результаты опубликованы Я. Я. Яржемским (1934), который дает пластовое описание нижней части среднего кембрия по обнажениям и канавам около с. Введенского, краткие сведения о более молодых осадках, а также характеристику литологии доломитовой толщи (на четырех страницах). В последней интересующей нас части, мы находим описание явлений доломитизации, раздоломичивания, окремнения и карста. В последней главе Я. Я. Яржемский дает краткую характеристику месторождений известняков, годных на цемент, и глин, необходимых как подмесь к известнякам. Последние залегают пластами среди доломитов, круто падающих на север и восток. Пласты от 1 до 5 м чередуются с доломитами и доломитовыми известняками, не выдерживаются по мощности и представляя собой скорее линзовидные пласты. Все же Я. Я. Яржемскому удалось подсчитать более 1 млн. т по категории A_2 . Лишь экономические соображения, как то: постройка необходимой ветки, мощная вскрыша, которая удорожала добычу, заставили отказаться от постройки цементного завода у с. Введенского. Так как Я. Я. Яржемский не приводит почти никакого первичного материала, а выводов литологического характера также очень мало, воспользоваться этой работой для корреляции с Усольско-Черемховским районом нам не удалось.

В более поздней работе, относящейся к последнему району, этот автор также никаких сопоставлений с Введенским участком не дает.

Следующими (в хронологическом порядке) работами были исследования среднего кембрия группой геологов от Восточносибирского геологоразведочного треста (ВСГРТ) под начальством М. Н. Бондаренко и исследования карста среднего кембрия карстовой партией Гидроэлектрострой (Бюро Ангарострой).

Работы ГИДЭП в 1932—1933 гг. касаются, главным образом, района с. Бархатова и водораздела рр. Белая—Ангара. На некоторых участках, например у р. Ангары, севернее с. Бархатова, были произведены детальные съемки и разведочные работы на карст в доломитовой толще и на кайнозойские отложения, покрывающие средний кембрий, что позволило партии ГИДЭП составить детальную стратиграфическую колонку верхов среднего кембрия. Эта детализация, произведенная на основе макроскопических признаков, дала возможность разобраться в съемке М. Н. Бондаренко и заново составить карты и разрезы этого участка. Благодаря последнему обстоятельству, детали пологой тектоники представляются в ином виде, чем ранее.

Кроме общегеологических исследований, работа партий ГИДЭП включает изучение карста и трещиноватости среднего кембрия. По их

данним, некоторые горизонты закарстовываются несравненно сильнее, чем другие. Из этого следуют определенные гидрогеологические выводы.

Вышедший в 1934 г. сборник „Нерудоископаемые стройматериалы Восточной Сибири“ включает краткую сводку результатов работ нескольких партий ВСГРТ в 1932 г. в районе рр. Ангары и Белой, написанную М. Н. Бондаренко (1934). Единственно ценными материалами этой работы являются химические анализы доломитовой толщи среднего кембрия, к сожалению, никак не обработанные. Стратиграфическое расчленение, произведенное на основании макроскопических признаков, не только спорно, но явно неверно. Так, М. Н. Бондаренко разбивает все породы среднего кембрия, выходящие у рр. Белой и Ангары, на 5 свит, из которых нижняя — булайская и верхняя — верхулайская. Заключенные между ними узколуговая, бархатовская и холмушинская свиты включают в себя обнажения по рр. Белой и Ангаре, находящиеся явно в других взаимоотношениях, чем это считает М. Н. Бондаренко. Так, холмушинская свита поставлена совершенно неправильно поверх разреза, в то время как обнажение у с. Холмушина включает пласты, залегающие почти сразу на толще, пройденной булайской скважиной, и т. п. Литологические наблюдения также страдают дефектами. Кроме окремнения и кальцитизации, как особый процесс описана „дырчатость“. Последняя разбивается М. Н. Бондаренко на первичную, образовавшуюся на дне моря, и вторичную, „обязанную своим возникновением выщелачиванию кальцитовых включений и окислению пиритов“.

Повидимому, М. Н. Бондаренко подразумевает кавернозность в выветрелых в результате современного химического выветривания горизонтах. Те „дырки“, которые М. Н. Бондаренко описывает как образовавшиеся на дне моря, также являются вторичными, ибо они никогда не были пустотами, а сразу же заполнялись илом.

Несмотря на детальные работы литологической съемки в масштабе 1:50 000 и на буровые работы, литологические исследования в районе Бархатова были произведены в 1932 г. ВСГРТ не блестяще, о чем и свидетельствует напечатанная статья М. Н. Бондаренко.

Е. В. Павловский и А. И. Цветков (1936) в 1934 г. посетили район Елохина мыса на оз. Байкале. Эти исследователи выходили на окраину Ленской платформы и, между прочим, описали неполный разрез среднего кембрия. Разрез касается, главным образом, низов этого отдела кембрия по мощности около 450 м. В этой работе есть указания на брекчиевые доломиты подводнооползневое происхождения; приводятся пять анализов доломитов и известняков из истоков р. Киренги. Е. В. Павловский делит нижнюю часть среднего кембрия на три литологических горизонта: 1) мелкозернистые серые доломиты с примесью песчаного материала с псевдоморфозами по гипсу, мощностью в несколько десятков метров; 2) брекчиевидные карбонатные породы с кремнями, чередующиеся с более или менее окремнелыми доломитами, мощностью 100 м, и 3) светлые и темносерые тонко- и толстоплитчатые доломиты также с кремнями, мощностью около 300 м.

Окремнению карбонатов Е. В. Павловский и А. И. Цветков приписывают органическое происхождение, так как обломочный материал в породах почти отсутствует.

В 1936 г. Я. Я. Яржемский выпустил работу, целиком посвященную среднему кембрию. В ней автор излагает результаты кропотливого и длительного исследования сотрудниками своей лаборатории керна булайской буровой скважины и разрезов района рр. Ангары и Белой. Последние были предоставлены Я. Я. Яржемскому группой М. Н. Бондаренко. Таким образом, была исследована вся карбонатная толща среднего кембрия, если не считать некоторые пропуски и невязку в стратиграфии М. Н. Бондаренко.

Работа Я. Я. Яржемского (1936) разбивается на две большие части. В первой части автор дает: а) общее описание свит среднего кембрия, б) описание минералогического состава нерастворимых остатков, в) собственно литологические наблюдения и здесь же г) гипотезы происхождения карбонатных пород и явлений окремнения. Во второй части дается фактический материал: макро- и микроскопическое описание шлифов и нерастворимого остатка, анализы и т. д. Наконец, иллюстрации, хотя и плохо напечатанные, дают некоторое представление о составе пород.

Несмотря на то, что булайская скважина исследовалась для целей сопоставления и в дальнейшем должна была служить эталоном для других скважин и разрезов, Я. Я. Яржемский ни в этой, ни в дальнейших работах таких сопоставлений не делает. Так, булайская скважина никак не увязана с введенским разрезом (одни и те же стратиграфические горизонты), и даже не делалось этой попытки. Правда, минералогический состав нерастворимого остатка не оправдал, повидимому, возлагавшихся на него надежд. Но Я. Я. Яржемский даже не упоминает о том, что введенский разрез не увязывается с его стратиграфо-литологическим делением булайской скважины. Выводы Я. Я. Яржемского в этой работе таковы, что можно думать, что целью служило литологическое исследование ради литологии и что исследователь не уяснил себе задач и смысла стратиграфии.

Последней работой, посвященной среднему кембрию Приангарья, является исследование Я. Я. Яржемским (1938) керна половинкинской буровой скважины. Последняя была заложена для получения разреза соленосной пачки в экономически выгодном месте у ст. Половины. Но, как и следовало ожидать, соляной пласт залегал в данном месте на большей глубине от поверхности, чем, например, у с. Н. Булая. Мы не будем излагать содержания этой работы. Она страдает теми же недостатками, что и предыдущая работа. Лишь бегло укажем на не очень удачное расчленение толщи, которое в дальнейшем должно быть изменено. Ниже, в стратиграфической схеме (фиг. 1), этот первый вариант приведен как пример сложности литологического состава доломитовой толщи и того, к чему пришел Я. Я. Яржемский в результате тщательного и кропотливого исследования в течение нескольких лет двух разрезов среднего кембрия. В дальнейшем мы будем касаться, главным образом, второй работы Я. Я. Яржемского (1936) о булайской буровой скважине и о разрезе по материалам М. Н. Бондаренко.

Этой работой не заканчивается изучение среднего кембрия. Сотрудник Института геологических наук Академии Наук И. И. Катушенок, в течение ряда лет изучавший платформенные отложения Ленского района, собрал значительный материал по литологии среднего кембрия. Несмотря на то, что материал этот сейчас еще только обрабатывается, я смог, благодаря любезности И. И. Катушенки, включить химические анализы доломитов в мой подсчет среднего содержания магния и нерастворимой части для доломитов среднего кембрия бассейна р. Лены.

2. Обзор исследовательских работ по соленосной толще среднего кембрия

Разведка Усольского месторождения каменной соли имеет длинную историю. Выходы соленых вод на поверхность среди доломитов среднего кембрия были известны со времен завоевания Сибири и начали эксплуатироваться в г. Усолье на р. Ангаре в 1703 г. По существу, лишь в XX веке несколько изменился характер добычи рассола, но не самой поваренной соли. До настоящего времени рассол из скважин, а ранее из колодцев, пропускается через градирни и затем, обогащенный, идет в варницы, где и выпаривается на примитивных гигантских

сковородках. Сейчас с первыми буровыми скважинами, достигшими пласта каменной соли, употребляется нагнетание воды из реки внутрь скважины, и полученный таким образом рассол идет в выварку. Это единственно важное отличие от прежних примитивных полукустарных методов добычи стало возможным после бурения глубоких буровых скважин, частично вошедших в соляной пласт.

Последний находится на глубине около 700 м у г. Усолья и 600 м у с. Н. Булая. Как известно, г. Усолье находится на линии железной дороги Иркутск—Красноярск и располагается на берегу р. Ангары. Историю разведки этой точки можно разбить на три периода. Первый период охватывает время до 1877 г., когда вообще почти никаких разведок не производилось и когда новые колодцы закладывались непосредственно для эксплуатации рассола. Второй период — от 1877 до 1925 гг., когда закладывались мелкие и глубокие скважины, но, главным образом, ударные и ударно-вращательные. Глубокие ударные скважины на глубине 700 м врезались в соль, которую они не прошли, а лишь углубились в соленосную пачку на несколько десятков метров. Эти-то скважины и служили заводу главными источниками эксплуатации. В 1898 г. была заложена вращательная буровая скважина, так называемая Алмазная, но до соли она не дошла и была брошена на глубине 360 м. Рассол этой скважины эксплуатируется Усольской бальнеологической лечебницей (так называемым курортом). В 1912 г. закладывается буровая скважина близ с. Мальты с целью перенесения завода в это место. Скважину остановили на глубине 470 м, завод не перенесли. Скважина в настоящее время фонтанирует слабым рассолом. С 1916 по 1922 гг. было заложено три ударных буровых скважины на Варничном о-ве в г. Усолье. Из этих скважин — № 1 в 1923 г. дошла до пласта соли на глубине 693 м; по техническим причинам бурение прекращено на глубине 722 м. Этим завершается второй период разведок. К этому же времени относится начало эксплуатации рассолов методом компрессирования. Эти работы велись случайно, без достаточного геологического обоснования и плана. Лишь в 1925 г. начались собственно геологические и разведочно-поисковые работы на пласт каменной соли в данном районе.

Результатом первой работы в 1925—1927 гг. является упоминавшаяся выше работа М. К. Коровина (1927), где сведены по буровым журналам все результаты прежних бурений.

В 1928 г. Геологическим комитетом была организована под моим руководством партия специально для выявления стратиграфии и тектоники среднего кембрия с целью нахождения более выгодного места для завода. В результате работ этой партии в 1929 г. была заложена буровая вращательная скважина в с. Н. Булае, прошедшая средний кембрий до пласта соли на глубине 600 м и более 170 м соленосной пачки. Скважина была остановлена на глубине 770 м по техническим причинам. Одновременно проходила ударным бурением скважина № 4 в г. Усолье на Варничном о-ве. Последнюю в 1929—1930 гг. углубили в соленосную пачку вращательным бурением, и, таким образом, была получена первая колонка каменной соли. В 1929—1930 гг. продолжались мои работы по среднему и верхнему кембрию, не связанные непосредственно с Усольским районом. В 1930 г. в районе г. Усолья работала гидрогеологическая партия Восточносибирского геологоразведочного треста, не давшая сколько-нибудь ощутимых результатов. В том же году на участке Черемхово—Усолье работала вариометрическая партия Ленинградского геофизического института, которая выявила два понижения в районе к югу от железной дороги. Но относятся ли эти понижения к нижней или верхней границе соленосной пачки или к нижней границе юры, осталось неясным. Вообще в результате работ геофизиков выяснилась очень сложная картина, вследствие сильной трещиноватости среднего кембрия в размытой неровной поверхности, на которой залегает юра. Повиди-

тому, к вариометрическим работам надо подходить с большой осторожностью, и вряд ли они могут дать что-нибудь отчетливое для понимания тектоники соленосной пачки. Полевые работы по разведке закончились и керны обрабатывались в лаборатории Восточносибирского геологоразведочного треста. В 1933 г. у ст. Половины была заложена буровая скважина, которая также дошла до соли и керн которой в 1936 г. также обработан Я. Я. Яржемским. Результаты этой обработки опубликованы.

Таким образом, разведочных работ, в общей сложности, было произведено немало. Но, если принять во внимание, что глубина до соли более 0.5 км и что точек со скважинами, дошедшими до соленосной пачки, всего три, то станет понятным, что мы еще далеки от исчерпывающего знакомства с месторождением. Если принять к тому же во внимание, что ни одна скважина не прошла целиком соленосной пачки, то можно сказать, что наши познания находятся лишь в первой стадии своего развития.

II. СТРАТИГРАФИЯ И ТЕКТОНИКА СРЕДНЕГО КЕМБРИЯ ПРИАНГАРЬЯ

1. Стратиграфия

В кратком обзоре стратиграфии района мы сосредоточим наше внимание, главным образом, на среднем кембрии. Но для общей ориентировки необходимо коснуться всего нормального разреза.

В нижнем палеозое, развитом к северу от Саянских гор, имеются лишь два фаунистически охарактеризованных горизонта. Первый — средний кембрий и второй — нижний силур. Фауна в верхнем кембрии найдена значительно севернее нашего района, при этом в виде плохо определяемых лингул.

Бесспорной нижнекембрийской свитой является мотская свита красноцветных песчаников. По мнению многих исследователей, эта свита подстилается еще рядом свит того же возраста, по мнению других — мотская свита лежит трансгрессивно непосредственно на кристаллических породах. Решение этого вопроса необходимо отложить до точных геологических съемок. Сейчас нашим наиболее низким горизонтом будем считать красные песчаники так называемой мотской свиты. Последние постепенно переходят в среднекембрийские доломиты через разнообразные пестроцветные породы, различные в разных участках предгорий Саяна. Эта пестроцветная переходная свита имеет не только разнообразный петрографический состав от песчаников к аргиллитам, мергелям и доломитам, но и различную мощность в разных местах: так, у с. Лыткина она измеряется в 150 м, а в других местах — больше. Для нас эта свита является интересной в том отношении, что предположительно пестроцветные породы должны подстилать соленосную пачку. По возрасту она условно относится мною к самому верхнему горизонту нижнего кембрия. Выше залегает средний кембрий. Эта мощная толща в своих верхних и средних частях включает редкие прослои с трилобитовыми остатками, определявшимися Е. В. Лермонтовой.

На среднекембрийских доломитах, по моим наблюдениям, согласно, а по данным ГИДЭП — несогласно, залегает балаганская, или верхоленская, свита, относимая условно к верхнему кембрию. Она резко отличается от среднекембрийских доломитов и не имеет постепенных к ним переходов. Слагается верхнекембрийская свита красными и местами зелеными (вторичная окраска) мергелями и красными аргиллитами с отдельными пластами гипса. Кверху, на р. Унге балаганская свита обогащается песчаниками. На р. Лене и у г. Балаганска эта свита отдельными геологами подразделяется на ряд литологических горизонтов, называемых также свитами. Верхняя часть верхнего кембрия и нижний

силур имеют сложный состав и геологами дробно расчленялись, на чем мы останавливаться не будем, так как эти отложения располагаются значительно севернее рассматриваемого района.

На размытой поверхности нижнего палеозоя и на разных его стратиграфических горизонтах залегают юрские пресноводные отложения. Последние включают угольные пласты и образуют так называемый Иркутский угленосный бассейн. Залегают угленосная юрская толща на неровной, резко размытой поверхности нижнего палеозоя и заполняет впадины как бы эрозионного рельефа в виде котловин вымывания, возможно даже, первоначальных речных русел. Коренные берега таких юрских „рек“, по нашим наблюдениям, имели наклон в некоторых местах до 10°.

Теперь вернемся к среднему кембрию — главному объекту нашей работы. Последний представлен на р. Ангаре карбонатной толщей около 800—1000 м мощности. Вследствие общего единого и однообразного облика, средний кембрий фигурирует на геологических картах в качестве единого нерасчлененного литологического горизонта. Попытка разбить эту мощную свиту на более дробные подразделения, что было продиктовано необходимостью в более точных картах, была сделана мною в 1928 г. Являясь первым опытом расчленения среднего кембриа, этот разрез нуждается, разумеется, в дальнейшем уточнении, а может быть, в коренном пересмотре на новых основаниях.

Разрез нижней части среднего кембриа, обозначаемый мною индексом $См_2^1$, наиболее полно наблюдается на р. Иркуте у с. Введенского. Здесь он залегают на пестроцветной песчано-мергелистой свите, переходной от нижнекембрийской красноцветной мотской свиты.

Литологическое изучение мотской свиты указывает с несомненностью на прибрежный и мелководный режим при жарком климате. Сменившие ее пестроцветные мергели, доломиты и песчаники переходной толщи постепенно замещаются по вертикали серыми доломитогипсовыми и доломитовыми осадками с мощными пластами каменной соли. Таким образом, в нижней части среднего кембриа определенно царствовал лагунный режим с ненормально соленой водой. В обнажениях соль не встречена. Она известна лишь по буровым скважинам.

В обнажениях у с. Введенского по литологическим признакам можно выделить ряд пачек пластов следующего состава (снизу вверх).

Нижняя пачка А сложена мергелистыми доломитами и доломитовыми серыми известняками с плитчатой отдельностью. Видимая мощность пачки А равна 50 м.

Следующая пачка В включает доломиты и доломитовые известняки, приобретающие массивную отдельность, однородный характер, с переслаиванием небольших пластов плитчатых доломитов и доломитовых известняков с редкими мало мощными (в несколько сантиметров) пропластками зеленых мергелей. Мощность пачки В около 200 м.

Выше находится пачка С, слагающаяся однородно массивным доломитом темносерого цвета, иногда конгломератовидным, с одним довольно мощным и несколькими менее мощными пластами чистого известняка. Последний микроскопически неотличим от выше- и нижележащих чистых доломитов с предельным содержанием магния, но имеет несколько более темную окраску. Мощность этой пачки около 150 м.

Самая верхняя пачка D сложена довольно пестрыми серыми доломитами и известняками, переслаивающимися друг с другом. Постепенного перехода от доломита к чистому известняку не замечается: граница резкая, так же как резко отличен и внешний вид. Цвета пластов варьируют в пределах от светлосерого до темносерого. Встречается кремневая брекчия, отдельные кремни и тонкоплитчатые разности карбонатных пород не более 1 м мощностью. Характерны доломиты и окремненные доломиты с волнистой слоистостью, повидимому, сигнетические,

может быть, водорослевого происхождения. Видимая мощность пачки D около 85 м.

Я. Я. Яржемский (1936) при детальных работах на цементные известняки расчленил введенский разрез также на четыре зоны, но с иными мощностями.

Нижняя зона А складывается серыми и коричнево-серыми тонкозернистыми слоями, реже массивными, доломитами и магнезиальными мергелями мощностью 100 м.

Зона В, интенсивно дислоцированная, представлена доломитовыми и известняковыми брекчиями (тектоническими. — В. М.), мощностью 130 м.

Зона С представляет собой чередование темносерых массивных и толстоплитчатых известняков с коричнево-серыми и серыми, часто пятнистыми, аналогичной текстуры и структуры доломитовыми известняками и доломитами и сравнительно редкими прослоями серо-зеленоватых известковистых мергелей; мощность 110 м.

Зона D — серо-желтоватые и серые толсто- и тонкоплитчатые мелкозернистые доломиты и доломитовые известняки; мощность 65 м.¹

На пачке D залегает литологический горизонт $Ст_2^2$ (пачка E), сложенный однородными массивными серыми и темносерыми перекристаллизованными доломитами со следами аннелид на поверхностях наслоения. Мощность этого однообразного горизонта около 200 м. Этот литологический горизонт хорошо выражен у с. Н. Булая и позднейшими исследователями назван булайской свитой.

Непосредственно на $Ст_2^2$, обычно на окремнелых верхних слоях массивного доломита пачки E, залегают плитчатые серые доломитовые известняки F ($Ст_2^3$), выше приобретающие сизые, светлосерые и кремневые оттенки, окремнелость, кремневые пропластки и округлые кремневые стяжения. Мощность пачки F около 120 м. К верхней части пачки F относится усольский горизонт, сложенный такими же плитчатыми и более массивными разностями доломитовых известняков и доломитов со следами аннелид. Эти разности сходны с породами $Ст_2^2$ (пачка E), но мощность пластов не превышает 2 м. В этой же пачке находятся строматолитовые стяжения *Collenia undosa* Walcott. В доломитовых известняках встречаются кремни и пизолиты. Последние являются сферическими включениями величиной около горошины и больше, обычно они перекристаллизованы и заполнены одним кристаллом кальцита.

Средний кембрий венчается пачкой G, залегающей непосредственно над горизонтом с *Collenia*. Характеризуется пачка G присутствием и иногда преобладанием светлых, белых перекристаллизованных доломитов и доломитовых известняков и в верхних частях мощными пластами слоистых гипсов среди доломитовых мергелей. Нужно отметить, что в одном искусственном обнажении в нижней части найден небольшой мощности пропласток галечника из мелких кремневых и кварцевых галек. Для пачки G характерны также пласт белого массивного кристаллического доломитового известняка в нижней части и серые доломитовые известняки (полосатые) с пластом слоистого гипса от 8 до 30 м мощности.

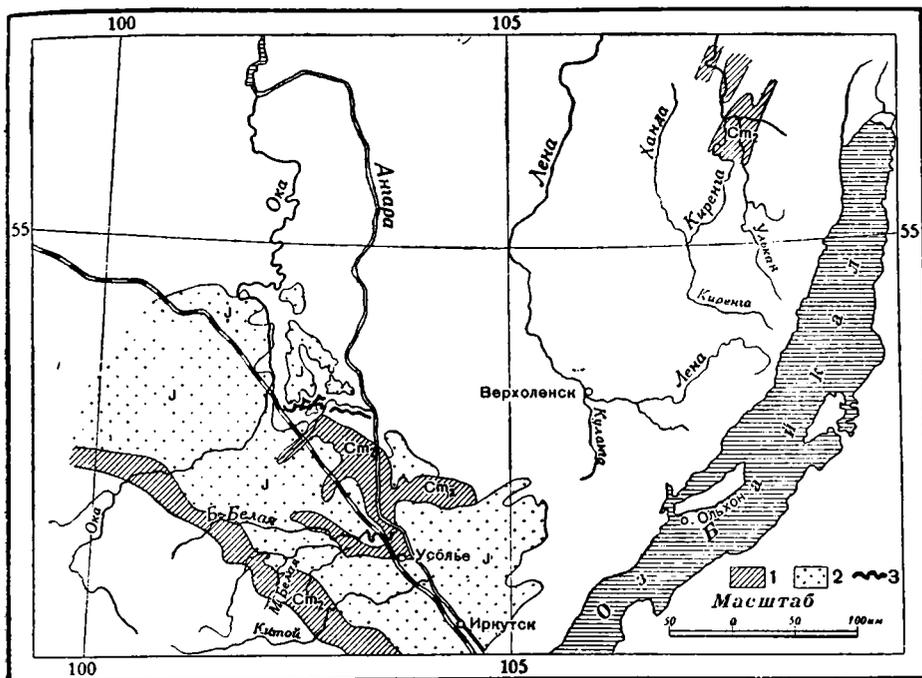
¹ К разрезу Я. Я. Яржемского приложены колонки с химической и петрографической характеристикой. Попластовое описание, также приложенное к этой работе, недостаточно детально. Так, пропущен интересный пример кластической породы, которую можно было бы назвать кварцевым доломитом или микробрекчией с кусочками волнистоугасающего кварца. Почему расчленение и мощности у Я. Я. Яржемского получились иные, сказать трудно. Если судить по тому, что тектонические брекчии, произошедшие вследствие грубого раздробления ряда пластов, включены в качестве стратиграфического горизонта, определение мощностей Я. Я. Яржемским производилось более формально. Мы же промеряли каждый пласт на месте при помощи складного метра и описывали породу в поле.

не задерживаться долго на этом вопросе, я привожу без особых комментариев сводную таблицу (фиг. 1) стратиграфических разрезов (различных авторов).

2. Краткий очерк тектоники Ангарского района

Весь Приангарский район разбивается на платформу и окаймляющие ее с юго-запада, юга и востока складчатые зоны. Мы остановимся лишь на платформенной части.

Кембрий в Приангарье перекрыт трансгрессивно пресноводными юрскими осадками. Последние залегают на размытой поверхности раз-

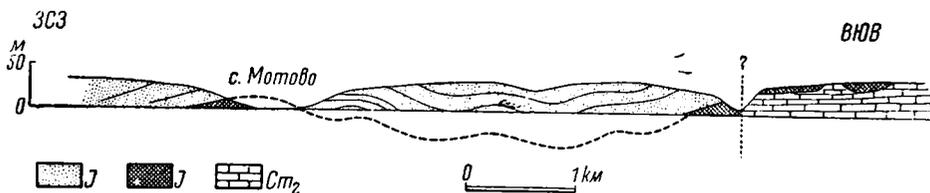


Фиг. 2. Схема распространения среднего кембрия в Приангарье и на р. Киренге:
1 — средний кембрий; 2 — юра; 3 — гипсовые выходы.

ных литологических горизонтов среднего и верхнего кембрия. Таким образом, большая часть среднего кембрия скрыта под юрой и недоступна наблюдению. Только в районе г. Усолья, по рр. Белой, Ангаре и в Присянье средний кембрий обнажен. Эти участки позволяют говорить об общем очень пологом падении нижнего палеозоя на север и внезапных крутых складках в Присянье. Здесь из-под среднего кембрия выходит так называемая мотская свита, относимая к нижнему кембрию. Этой полосой ограничивается с юга распространение среднего кембрия, так как последний в Саянской горной стране нам пока неизвестен (фиг. 2). На востоке граница проходит неровно вдоль предгорий Байкальских гор. Характер границы здесь несколько иной, так как средний кембрий вместе с верхним участвуют в каледонской складчатости северо-восточного простирания. В последнюю входит все Западное Прибайкалье. Граница платформы в Западном Прибайкалье не ясна. Переход платформы в складчатую зону характеризуется наличием полосы с постепенно затухающей складчатостью, также выполаживающейся и исчезающей с востока на запад. Ее отголоски на западе мы находим на значительном расстоянии от оз. Байкал в виде внезапных узких

складок того же северо-восточного простирания (складки на р. Илиме и его притоках и у с. Пономарева на р. Ангаре). Совсем иначе выглядит граница платформы с южной саянской складчатостью неизвестного возраста. Уже вблизи складчатой системы мы находим средний кембрий в пологих спокойных складках неопределенного очертания. Эта складчатость отражается и на юрских отложениях. Простирание последней приблизительно параллельно Саяну, т. е. северо-западное. Может быть, в результате пересечения двух складчатостей северо-восточного и северо-западного направлений в некоторых местах получились пологие вздутия — антиклиналы неопределенной формы и протяжения. Если бы не очень пологий наклон крыльев этих вздутий (в долях градуса или в $1-2^\circ$), можно было бы назвать эти элементы „куполами“. Такого рода складка, названная М. К. Коровиным в свое время Буреть-Бельским антиклиналом, находится на р. Белой и р. Ангаре и протягивается, по моим данным, в направлении от Н. Булая на Бархатово.

Если двигаться с юга от г. Усолья на север или на северо-восток, то средний кембрий сменяется верхним кембрием и затем нижним сидуром, т. е. оказывается общее очень пологое падение пород в северном направлении. Эта общая тектоника в значительной своей части является домезозойской, так как юра, сосредоточенная в южной части платформы, перекрывает складки нижнего палеозоя. Но, будучи слабо смятой, юра участвует в складчатости северо-западного простирания, датируя этим более молодую складчатость этого направления (фиг. 3).



Фиг. 3. Разрез вдоль р. Белой у с. Мотова.

Граница платформы с юга картировалась в масштабе 1:500 000 несколькими геологами, и, хотя возникли большие разногласия в трактовке тектоники этих участков, общий характер контакта кристаллических пород и нижнего палеозоя сейчас довольно ясен. Всюду нижний палеозой вблизи кристаллических пород сильно смят. Более того, в некоторых местах наблюдается явное опрокидывание пластов на север с надвиганием с юга кристаллического комплекса. Как иллюстрацию такого контакта можно привести обнажение у д. Лыткино на р. Тойсук, посещенное мною в 1929 г. Это же обнажение приводится и М. М. Тетяевым (1934), и трактовка последнего от моей почти не отличается. По М. М. Тетяеву здесь наблюдается антиклинал с небольшим опрокидыванием на северо-запад и надвиганием гранита на южное крыло складки.

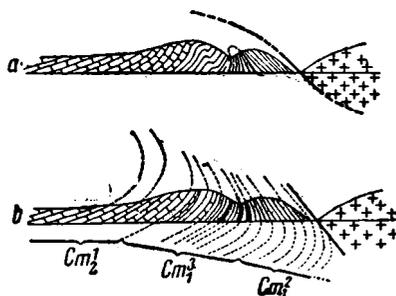
Детально изучая прекрасное обнажение у д. Лыткино, я нашел постепенный переход от среднего кембрия к красноцветной мотской свите. Этот переход совершается через пестроцветные породы: зеленые мергеля, красные песчаники, розовые доломиты и черные аргиллиты. Эти породы книзу переходят в грубые и в тонкие слегка слоистые красные песчаники. Никакого повторения пластов, неизбежного, если бы здесь находился антиклинал, я не нашел. Соответственно этому мною построено сильно опрокинутое крыло антиклинала, причем нижняя мотская свита прикрыта с юга надвинутыми гранитами. Ни о каком пироконтакте речи быть не может, так же как и о спокойном залегании красных пород на граните, в виду того, что мощная в несколько сот метров свита красных песчаников должна поместиться в промежутке в 50 м между гранитом и верхними горизонтами мотской свиты (фиг. 4).

Такие контакты наблюдались и в других местах, например на р. Оке, где средний кембрий контактирует с гнейсами. Характер дислокаций вдоль всей границы Восточного Саяна по М. М. Тетяеву, Л. Г. Котельникову и моим наблюдениям один и тот же: спокойно залегающие или резко вздернутые породы кембрия разными горизонтами контактируют с кристаллическими породами. В некоторых местах тектонический контакт может оспариваться, в некоторых он несомненен. Для нас особенно важно отметить, что здесь, на юге, на протяжении сотен километров пласты кембрия резко вздернуты и выведены на поверхность и имеют часто крутые углы падения. Также часто встречаются тектонические контакты с надвиганием на кембрий кристаллических пород.

М. М. Тетяев в работе, посвященной южной окраине платформы (1934), рассматривает последнюю как относительно спокойный, почти не смятый участок, зажатый между складчатыми зонами различного возраста. На востоке зона каледонской складчатости протягивается в северо-восточном направлении. На юге, в северо-западном направлении, до р. Ии проходит складчатость альпийского, по М. М. Тетяеву, возраста, граница которой западнее р. Ии сворачивает на юго-запад. С запада платформа ограничивается складчатостью Енисейского кряжа, которую М. М. Тетяев относит к герцинской. Не вдаваясь в спорный вопрос о возрасте южной и западной складчатых зон, нужно сказать, что такое центральное положение платформы отвечает действительности. Каледонские складки на востоке, как я уже говорил, выше постепенно переходят в спокойное платформенное залегание пород, правда, осложненное на значительном расстоянии спокойными складками, внезапно возникающими среди горизонтально лежащего нижнего палеозоя. Такие антиклиналы мы можем наблюдать на р. Илиме, где среди нижнесилурийских пород выступает длинный узкий антиклинал, в центре сложенный доломитами среднего кембрия. Такой же, но асимметричный антиклинал есть у с. Пономарева на р. Ангаре (в среднекембрийских доломитах), где амплитуда антиклинала предполагается мною всего в 80 м. Этот антиклинал, также северо-восточного простирания, быстро затухает к югу, к северу же, скрывается под юрскими осадками.

Совершенно иное влияние на платформу связывается с южной складчатостью альпийского возраста (по М. М. Тетяеву). Резкая граница с кристаллическими породами отражается на нижнем палеозое лишь близ контактов, и далее 40—50 км к северу резких складок не наблюдается. Таким образом, характер складчатости, а может быть и продолжительность ее резко отличаются от каледонской складчатой зоны. С другой стороны, под влиянием этой складчатости, близ истока р. Ангары происходило смятие юрских пород и даже надвигание кристаллических пород на юру. Это дает основание говорить, что южная складчатая зона более молодая, чем юра, почему М. М. Тетяев и относит ее к альпийской, считая, что третичные осадки на берегах оз. Байкал смяты той же складчатостью. Вопрос о точном возрасте складчатости вдоль всего Восточного Саяна еще требует дополнительных исследований. Мы будем считать установленным только значительно более молодой, по сравнению с каледонской, возраст этой складчатости.

Как доказала булайская буровая скважина, около с. Н. Булая имеется пологий антиклинал с поднятием соляной кровли всего около 100 м по



Фиг. 4. Схематический разрез у с. Лыткина: а — по М. М. Тетяеву; б — по В. П. Маслову (мотская свита).

отношению к г. Усолю. Такое же чрезвычайно постепенное поднятие мы имеем к предгорьям Саяна. У последних надсоленосная и подсоленосная свиты резко меняют углы падения и выходят на поверхность. На ряду с этой доюрской макротектоникой существует послекюрская микротектоника, выражающаяся в мелких расколах и передвижках горизонтального направления с некоторым небольшим вертикальным смещением. В результате этого горизонтального давления иногда получают резкие складки небольшой амплитуды. В некоторых из этих перемещений участвовали юрские пресноводные осадки, залегающие на размытой поверхности кембрия.

Конечно, по тем обнажениям, которые имеются на поверхности, полную картину тектоники представить себе трудно. Еще труднее судить о тектонике самой соленосной толщи, если предположить, что она не следует вертикальным перемещениям надсоленосной толщи, а является как бы самостоятельной, вследствие своей текучести. Надсоленосная же толща, вследствие тангенциального давления, возможно, скользила при своих движениях по пластам соли. Пока можно говорить о некотором раздувании пласта соли по направлению к с. Н. Булаю с некоторым повышением по вертикали. Происходит ли это за счет тектоники, — сказать с определенностью пока нельзя.

О радиальных смещениях значительного масштаба указаний имеется очень мало.

Вся надсоленосная доломитовая толща тангенциальным давлением раздроблена сложной сетью трещин. По данным ГИДЭП, преобладают трещины следующих простираний: СВ 40°, СЗ 310°, СВ 80° и близкого к меридиану. По этим трещинам не только идут токи воды, но имеет место и закарстованность. Последняя сильно варьирует в разных горизонтах и, по данным ГИДЭП, достигает максимума 16.5% ко всей кубатуре в некоторых участках так называемого худугунского горизонта. Булайскую же свиту (Cm_2^2) партии ГИДЭП считают водоупорным горизонтом почти без карста. Если принять во внимание отсутствие воды и рассолов в соленосной толще в г. Усолье, нужно думать, что последняя не всегда имеет такие сообщающиеся трещины с верхними горизонтами среднего кембрия. Во всяком случае в двух пробуренных точках доломитовая надсоленосная толща изолирована водоупорными мергельными глинистыми пластами с замазанными глиной трещинами, по которым вода могла бы проникнуть в соленосную пачку.

В районе самого г. Усолья М. К. Коровиным предполагался сброс северо-восточного простирания. Имеющиеся сейчас данные подтверждают лишь существование трещины и смещений в этом месте. Сброс ли это или другое перемещение, может доказать лишь скважина, дошедшая до соленосной пачки в южной части месторождения. Тогда, по глубине залегания соли, можно будет судить о характере дислокации. Амплитуда „сброса“, вероятно, небольшая (50—60 м).

III. ОЧЕРК СОЛЕНОСНОЙ ПАЧКИ В ОСНОВАНИИ СРЕДНЕГО КЕМБРИЯ р. АНГАРЫ

В свое время я писал об Иркутском соленосном бассейне, дав вкратце геологическое строение и общую характеристику соленосной толщи в г. Усолье, а также разведанность месторождений и перспективы (1935). С тех пор новые данные позволяют нам полнее представить себе как распространенность, так и характер соляной залежи. Поэтому, не останавливаясь на методике разведок, для полноты картины я вновь опишу соленосный бассейн. Знание структуры данного месторождения поможет нам в дальнейшем предвидеть, с чем мы можем встретиться в других местах того же стратиграфического горизонта.

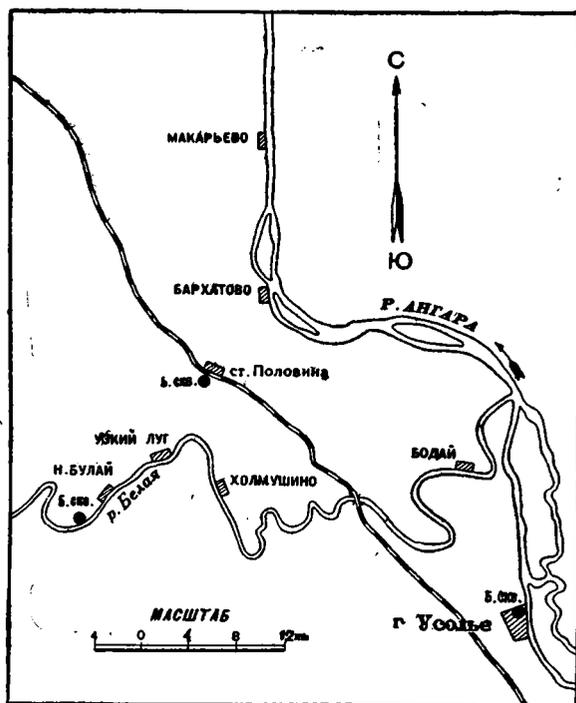
1. Запасы и строение соленосной пачки

Буровые скважины, вскрывающие соленосную пачку, располагаются: 1) в г. Усолье, на о-ве Варничном, 2) у с. Н. Булая по р. Белой и 3) у ст. Половинки. Эти три скважины встретили, повидимому, одну и ту же соленосную пачку на разных глубинах (в связи с общей тектоникой, смявшей средний кембрий в очень пологие складки). Расстояния между скважинами по прямой линии следующие: между 1-й и 2-й — 36 км, между 2-й и 3-й — 38 и между 1-й и 3-й — 14 км. Этот треугольник, охватывающий около 250 км², позволяет нам говорить об Иркутском соленосном бассейне (фиг. 5). Если считать, что на всем этом протяжении имеется пласт соли всего в 10 м мощности (в то время как булайская буровая скважина прошла 100 м соляных пластов, не дойдя до постели, а буровая скважина № 4 в г. Усолье — 40 м), то и в этом случае получится огромная цифра запасов полезного ископаемого. Мне думается, можно без преувеличения (в пределах указанного треугольника) говорить о нескольких миллиардах тонн каменной соли. Несомненно, что при более глубоких скважинах, которые пройдут всю пачку пластов каменной соли, и при промежуточных скважинах, подтверждающих нашу интерполяцию, можно будет вычислить запасы более точно.

Теперь перейдем к строению соленосной пачки и к качеству каменной соли.

Буровые колонковые скважины, вошедшие в соленосную пачку, показали сложный состав соленосных отложений. В последние входят как пласты чистого галитита¹ с ничтожной загрязненностью, так и все переходы к гипсу и мергелю. Таким образом, соленосная пачка состоит из пластов каменной соли и пластов мергелей, доломитов, ангидритов и гипсов, придающих всей пачке пестрый вид.

Мощных галититовых пластов очень мало, обычно чистая соль присутствует в виде пропластков. Цвет соли варьирует от белого до серого и даже темносерого. В булайской скважине встречены вкрапленные синие точки неизвестного происхождения. Часто внутри соли встречаются куски ангидрита или мергеля, что естественно при смятиях. Последние наблюдаются в виде круто поставленных слоев и смятых прослоек гипса и мергеля. Часты тонкие переслаивания галитита с гипсом или ангидритом с толщиной слоев в 1—2 см. Все эти данные понижают



Фиг. 5. Схема расположения буровых скважин в Усольском районе.

¹ Под термином галит мы будем считать минерал с химическим составом NaCl. Под термином галитит нужно подразумевать горную породу с преобладанием галита. См. Е. Э. Разумовская (1931), Я. Я. Яржемский (1936).

качество каменной соли как объекта шахтной добычи. Если рассмотреть анализы солей скважины № 4 в г. Усолье, произведенные в лаборатории ВСГРТ под руководством Щепетунина, а также мощности анализированных пластов, то можно выделить горизонты чистой каменной соли. Перейдем к рассмотрению этой колонки.

Структура соли обычно крупнозернистая. Как показывают произведенные до сего времени анализы верхней части соляного пласта, чистота соли влияет на цвет (темный, черный), также имеют значение встречающиеся иногда вкрапленники породы. Таким образом, общий вид колонки довольно пестрый. Перейдем теперь к конкретному материалу. В нашем распоряжении имелся анализ керна буровой скважины № 4 в г. Усолье. Аналитический материал с глубины 696.42 м до 777 м показывает, что главную массу соли составляет галит. Кроме него присутствуют CaSO_4 , Na_2SO_4 , иногда MgSO_4 . Общее количество последних колеблется от долей процента до 15%. KCl не найдено нигде в соленосной толще. Соответственно в некоторых прослоях соляной толщи количество NaCl падает до 70%, в некоторых же возрастает до 99%.

Исходя из разреза скважины в г. Усолье, данные которой, разумеется, ни в коем случае нельзя распространять на сколько-нибудь значительную площадь, можно выделить четыре горизонта, отличающиеся солью удовлетворительного качества (не ниже 97.89%) и достаточной для целей эксплуатации мощностью, при условии выемки промежуточных пропластков низкокачественной соли или пустой породы. Соответствующие участки разреза приведены в табл. 1.

Таблица 1

Глубина залегания кровли в м

696.66		709.68		723.64		742.61	
Мощн. в м	Сод. NaCl в %	Мощн. в м	Сод. NaCl в %	Мощн. в м	Сод. NaCl в %	Мощн. в %	Сод. NaCl в %
0.21	99.05	2.09	98.47	0.17	98.47	1.16	98.47
1.24	98.96	0.21	82.55	0.89	97.89	0.80	98.12
0.90	низкое	0.69	97.89	0.07	91.62	0.06	85.31
0.87	99.05	—	—	0.65	97.89	0.56	98.34
0.42	97.89	—	—	0.31	99.05	—	—
—	—	—	—	0.63	98.05	—	—
Полезная мощность							
2.74	—	2.78	—	2.65	—	2.52	—

Следовательно, хотя возможность шахтной добычи в г. Усолье и не исключена, но условия ее мало благоприятны.

Лучше складываются условия для получения соли способом выщелачивания. Выварочная соль г. Усо́лья известна как высококачественная соль, что вполне естественно, если принять во внимание малую загрязненность каменной соли другими хлористыми солями. Из полных анализов ясна бедность магниевыми солями и незначительное количество CaO .

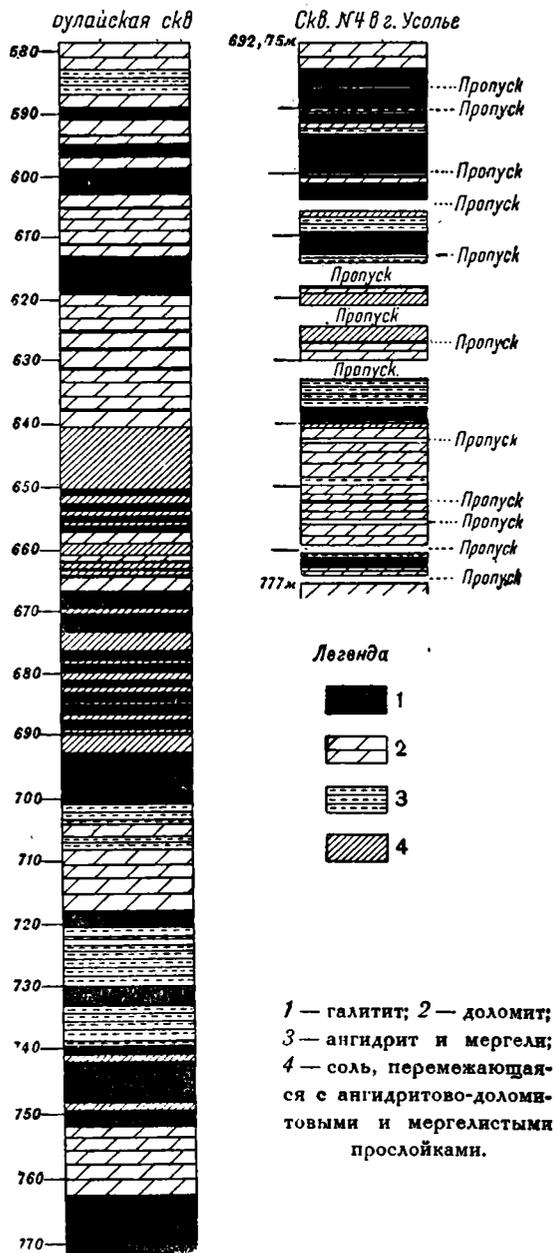
К сожалению, опробование произведено с некоторыми перерывами, так как часть образцов была изъята для демонстраций, а часть по разным причинам вовсе отсутствовала.

Если сравнить с этим разрезом колонку соленосной пачки в булайской скважине, то совершенно отчетливо выявляется еще более пестрая

картина перемежающихся пластов каменной соли и других нерастворимых в воде пород (фиг. 6). Несколько имеющихся анализов каменной соли из керна этой скважины показывают более низкое качество соли: с меньшим содержанием NaCl. Если взять имеющиеся у меня 115 анализов средних пластовых проб каменной соли из керна скважины № 4 в г. Усолье и 9 анализов из случайных образцов керна с разных глубин булайской скважины, разница в среднем содержании NaCl окажется значительной. Для буровой скважины № 4 в г. Усолье среднее содержание NaCl близко к 93.47%. Для булайской скважины это содержание достигает лишь 67.6%. Другая резкая разница в химическом составе выражается в небольших примесях калийных солей, которые найдены в большинстве образцов из керна булайской скважины, в то время как в усольских образцах калия найдено не было. На это же обстоятельство, может быть, указывают синие пятнышки в кернах булайской скважины, которые некоторыми исследователями связываются с присутствием калийных солей.

Совершенно естественно считать, что при выщелачивании водой рассол будет обогащаться легко растворимыми солями. Это мы и наблюдаем в природе. Если сравнить анализы рассолов из буровых скважин, то окажется, что сухой остаток этих рассолов будет значительно богаче хлористым натрием, чем материнская порода. Поэтому мы можем думать, что одинаковому содержанию NaCl в сухом остатке рассола будет отвечать одинаковое качество материнской породы. А значит, меньшему содержанию NaCl в рассоле отвечает более низкое количество этого вещества в каменной соли. Мы как бы делаем среднюю пробу соленосной пачки с известным, конечно, приближением.

В ряде усольских буровых скважин среднее содержание NaCl в сухом остатке рассола достигает 99.73%. Между тем анализ рассола булайской скважины с глубины 136.94 м дал 93.76% NaCl и с глубины 141.95 м — 92.63% NaCl от сухого остатка. В свое время я относил



Фиг. 6. Сравнительный разрез соленосной пачки Усольского района,

такое резкое различие рассолов за счет происхождения их из более отдаленных мест, чем булайская скважина (В. П. Маслов, 1935), так как у меня был только один анализ керна булайской скважины. Теперь, может быть, нужно склониться к тому, что Булайское месторождение содержит соль худшего качества, что подтверждается также большим количеством, по сравнению с усольскими кернами, прослоек „пустой породы“.

Остановимся кратко на распространении и залегаии соленосной пачки. Для целей прикладных очень важно знать, как сказались та или иная складчатость на самом соляном пласте, иными словами, где и какая глубина будет до соли. О данном вопросе мы можем судить лишь по надсоленосной доломитовой толще среднего кембрия. Как указывалось выше, каледонская складчатость создает на платформе антиклиналы разной, обычно небольшой, амплитуды. Под такими антиклиналами мы можем с большей или меньшей уверенностью ожидать встретить пласт соли. Мы видели также, что складки северо-восточного простирания наиболее часты на платформе. Но может возникнуть вопрос (и он ставился в свое время), нельзя ли в местах сильных дислокаций встретить пласт соли близ поверхности, например у Саянских предгорий. Утвердительно ответить на этот вопрос нельзя по следующей причине. Так как в месте выхода пласта на поверхность возраст дислокаций все-таки значительный, то пласт весь выщелачивается и на его месте ничего нельзя найти. Этот вывод подтверждается полным отсутствием соляных проявлений (источники, солонцы и т. д.) в предгорьях Восточного Саяна. Лишь на расстоянии в несколько десятков километров, где средний кембрий на поверхность целиком не выходит, появляются соляные ключи, засоленность почв и т. п. Отсюда вытекает определенный принцип для поисков месторождений: ограничиваться районом платформы, где средний кембрий не весь вышел на поверхность. Здесь же наиболее благоприятными местами будут антиклиналы среднего кембрия, в которых нижние горизонты находятся ближе всего к дневной поверхности. Для Ангарского района и в прикладном, и в теоретическом отношении поиски ограничиваются областью рр. Белой и Ангары близ ст. Половины. Но здесь выходят лишь верхние горизонты среднего кембрия, и лишь в районе р. Киренги мы находим кембрий более интенсивно дислоцированным и с проявлениями соленосности последнего.

На этом вопросе мы остановимся еще раз ниже.

2. Водоносность и источники

Тектонические расколы вызывают целый ряд явлений, прежде всего сказывающихся на водоносности надсоленосной толщи. Трещины, сообщающиеся между собой, карстовые ходы, пласты и линзы раздробленных доломито-известняков (брекчии), целые горизонты перетертых пород образуют сложную гидростатическую сеть. При пересечении такой сети трещин и водоносных горизонтов скважиной получают то артезианские воды, то слабые рассолы, то поглощающие воду участки. Сложность и неопределенность водоносных горизонтов ведет к тому, что, например, буровые скважины на Варничном о-ве, расположенные близко друг к другу, имели каждый раз различный гидрологический режим, что естественно для карстовых и трещинных вод. Вследствие такой, пока не распутанной, системы рассольных и водных жил и потоков, одна скважина может иметь мощный напор с большой глубины, в то время как соседняя — более спокойный режим и иную крепость рассола.

Скважины, пробуренные в надсоленосной толще, фонтанируют в следующих пунктах: 1) в г. Усолье в парке курорта (рассол с глубины около 360 м); 2) скважина Бродовича на Варничном о-ве (рассол с глубины 190 м); 3) скважина у ст. Мальты (рассол с глубины 470 м) и 4) скважина булайская (рассол с глубины 140—400 м).

Таким образом, водоносные горизонты доломитовой толщи крайне неопределенны с резко меняющимися напором и химическим составом. При наличии трещин, пустот и пластов брекчий можно ожидать большого дебета артезианской воды или рассола, как это было с булайской буровой скважиной.

Воды, циркулирующие в доломитовой надсоленосной толще, обычно засолены. В результате выхода таких рассолов на поверхность во многих пунктах Черемховского угленосного бассейна образуются солончаки, используемые населением в качестве пастбищ. Соляные источники также не редки в районе; они эксплуатировались в г. Усолье при помощи примитивных насосов и мелких колодцев. Рассол из булайской буровой скважины, бивший с дебетом 1600 л в минуту, при диаметре обсадных труб в 10 см и глубине в 140 м, анализировался в химической лаборатории ВСГРТ. Анализы эти значительно отличаются от анализов рассолов, получаемых из соленосной толщи буровыми скважинами г. Усолья. Анализы сухого остатка рассолов в процентах представлены в табл. 2.

Таблица 2

Месторождение	NaCl	CaO	MgO	SO ₃	Нерастворимый остаток
Булайская буровая скважина, глубина 136.94 м	93.76	2.13	—	4.11	—
Та же скважина, глубина 141.5 м	92.63	2.07	1.08	4.19	—
Усолье, ряд буровых скважин	99.73	0.07	0.14	0.14	0.07

М. К. Коровин (1927) на основании крепостей рассолов пытается установить тектонические линии и смещения. Этот метод является очень рискованным в закарстованных породах, и различная крепость и режим в скважинах на различных горизонтах могут зависеть также от направлений карстовых ходов в связи со сложно запутанной сетью трещин, как мы это указывали выше.

Воды наносов и юрских пород не столь мощны и не представляют особо трудных случаев для шахтной проходки, если избежать, конечно, аллювиальных отложений близ современных рек.

* * *

При поисках каменной соли, обеспечивающей добычу в любых размерах, в данном случае приходится руководствоваться не только залеганием, глубиной и т. д., но и географическим местоположением. В первых, месторождение должно быть близко к железной дороге и, во-вторых, расположено как можно восточнее. Из мест, известных до сих пор, лишь Иркутский соленосный бассейн, расположенный между р. Заларя и г. Иркутском, может удовлетворить этому условию. При этом лишь в районе рр. Белой и Ангары средний кембрий выходит своими верхними горизонтами. В большей же части района средний кембрий закрыт юрскими отложениями, и о его тектонике и глубине залегания соли мы ничего не знаем. В данном случае нам могут помочь лишь геофизические исследования. Все это касается настоящего положения, когда мы привязаны к линии Сибирской магистрали. Но необходимо иметь перспективный взгляд на будущее, которое может в ближайшие годы изменить направление наших поисков. Таким фактором явится прокладка Байкало-Амурской магистрали. В этом случае станут актуальными более северные месторождения. Какие же возможности имеем мы здесь?

Солекосные ключи и эксплуатацию их рассолов мы встречаем во многих местах обширной платформы Восточной Сибири. Перечислить

все точки не имеет особого смысла, кроме того, это уже дано в другой работе (И. С. Шарапов, 1936).

Для нас представляет интерес соленосность по р. Илиму, по р. Лене у Усть-Кута и по р. Киренге. Наиболее восточным районом из этих трех является последний. Ему посвящена особая глава в настоящей работе. Здесь остановимся лишь вкратце на первых двух месторождениях.

На р. Илеме существуют не только соляные ключи, но и кустарного типа солеваренный завод у д. Шестаково. Этот завод эксплуатирует рассолы из колодцев 6-метровой глубины, пробитых в верхоленской (балаганской) свите верхнего кембрия. Крепость рассола достигает 10—15°. Возможный дебет считают до 8 тыс. т соли в год. Сейчас за год добывают около 400 и до 1000 т соли следующего химического состава: NaCl 95.5%, CaSO₄ 2.2% и MgSO₄ 0.8%. Источник происхождения этих рассолов не ясен. Я склонен думать, что рассолы являются продуктами выщелачивания особого горизонта, связанного с верхним кембрием. Но возможно и другое толкование: происхождение рассолов из низов среднего кембрия и подъем этих рассолов по трещинам. Этой гипотезе противоречат следующие факты: 1) источники, выходящие непосредственно из среднего кембрия у с. Литвицева на р. Илеме, являются пресными; 2) рассолы действующего завода на р. Илеме крепки и не разбавлены водами, циркулирующими в среднем кембрии, как это происходит в Иркутском бассейне; 3) верхний кембрий на р. Илеме глинист и должен являться для среднего кембрия водонепроницаемой крышкой, между тем в д. Шестаково насыщенные рассолы добываются из верхних горизонтов С₃.

В нижней части течения р. Куты, в 4 км от устья, расположен Усть-Кутский солеваренный завод. Последний эксплуатирует рассолы из колодцев глубиной в 6 м. Крепость рассолов достигает 11° Боме. Средняя годовая производительность достигает 1200 т соли. Возможный дебет источников допускает добычу 900 т соли. Качество получаемой соли такое же, как и на р. Илеме.

Мне не удалось лично побывать в Усть-Куте. Но судя по геологическому строению, по отсутствию глубоких буровых скважин, возможно, что происхождение рассолов то же, что и на р. Илеме, т. е. из верхнего кембрия.

Моя гипотеза не является единственно возможной и проверенной, но, в случае ее правильности и присутствия в верхнем кембрии самостоятельного соленосного горизонта, перспективы поисков неглубоко лежащих соляных залежей сильно расширятся. Никаких работ в этом направлении до сих пор не проводилось, и, мне думается, лишь новый железнодорожный путь толкнет промышленность на новые поисково-исследовательские работы.

И. С. Шарапов (1936) собрал рассолы из источников по р. Лене. Он приводит ряд анализов этих рассолов, а также дебет источников и количество соли, которое можно получить из них. Новых данных по геологии эта работа не дает. Взгляд на все источники, как на результат выщелачивания только среднекембрийских соленосных пластов, недостаточно доказан. Так как химически источники Усть-Кута охарактеризованы в этой книжке достаточно полно, мы более на них останавливаться не будем.

IV. КАРБОНАТНАЯ ТОЛЩА СРЕДНЕГО КЕМБРИЯ р. АНГАРЫ

За последние годы участились литологические исследования немых свит как с целью их расчленения, так и для выяснения их генезиса. Одной из таких свит является среднекембрийская карбонатная толща, обнажающаяся в районе р. Ангары и предгорий Восточного Саяна. Так как средний кембрий р. Ангары является почти немым в смысле

руководящих ископаемых и состоит из однородных или близких между собою доломитов и известняков, главное внимание приходилось уделять литологическим особенностям пород. В результате накопились некоторые наблюдения, на мой взгляд, достаточно интересные, чтобы предложить их вниманию читателя.

В настоящей работе мы лишь очень бегло остановимся на описании таких обычных горных пород, как известняки, доломиты и мергели. Их характеристика необходима лишь для знакомства с общей литологией среднекембрийской свиты р. Ангары. Несколько большее внимание мы посвятим образованиям, которые в других районах и толщах были бы исключением, в нашем же случае иногда являются типичными. К таким породам относятся различные брекчии, довольно многочисленные в среднем кембрии р. Ангары. В конце очерка мы постараемся объяснить происхождение некоторых пород, поскольку это возможно при современном уровне наших знаний.

1. Общая характеристика разреза среднего кембрия

Преобладающей массой пород являются известковые доломиты и доломитовые известняки,¹ в которых встречаются пласты чистых доломитов, доломитовых мергелей, слабо доломитовых и доломитизированных известняков и гипсовых (ангидритовых) доломитов. В нижней части встречаются сравнительно чистые известняки в виде редких линз-пластов.

Карбонатная толща среднего кембрия химически охарактеризована довольно полно. Мы можем сказать сейчас, что, по количеству заключенной в породах окиси магния, получается чрезвычайно пестрая картина. Кроме перечисленных разновидностей, здесь встречены доломиты, в которых количество магния превышает соотношение кальция и магния в минерале — доломите. Как некоторую иллюстрацию таких чистых доломитов и сильно доломитовых известняков, приведем ниже табличку химических анализов, сделанных в лаборатории бывшего Геологического комитета² (табл. 3).

Небольшое количество кремнекислоты колеблется в различных образцах, иногда увеличиваясь и давая окремнелые разности, к чему мы перейдем ниже. Из табл. 3 анализы 2, 3 и 4 относятся к бугристым массивным доломитам, идущим на обжиг в кустарных известковых печах. К стари предпочитают доломиты менее магнезиальным известнякам. Это происходит потому, что при малом количестве кремнекислоты эти доломиты дают неплохую известь, хорошо сохраняя величину первоначального крупного обломка, в то время как большинство доломитовых известняков этого района не обладает массивным сложением и часто загрязнены глинистым и кремнистым материалом.

Диаграммы-колонки, приводимые ниже, располагаются в следующем стратиграфическом порядке: диаграмма обнажения № 289 у с. Введенского (фиг. 7) и диаграмма булайской буровой скважины (фиг. 10) проходят в одних и тех же горизонтах нижней и средней частей среднего кембрия, т. е. $См_2^1$ и $См_2^2$ моего стратиграфического расчленения. При этом булайская скважина захватывает в своих верхних частях $См_2^2$,

¹ Под доломитовыми известняками мы будем подразумевать известняки с сингенетичным доломитом. В доломитизированных известняках магний является вторичным и порода обогащена им. В среднем кембрии большинство известняков являются доломитовыми.

² Обнажение № 239 на р. Иркуте около с. Введенского исследовалось химически более подробно с целью нахождения известняков, пригодных для цемента. Некоторые наиболее обнадеживающие участки опробовались по-пластово. Образцы отбирались наиболее чистые в смысле окремнения и доломитизации. В дальнейшем этот разрез исследовался Л. Н. Балавинским и Я. Я. Яржемским при разведке на цементное сырье, но результатов их исследований у меня не имеется.

Месторождение	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Потеря при прокат.	S	Cl	Сумма	CO ₂
Алмази. бур. скв., г. Усолье, гл. 353 м.	0.32	0.29	0.07	30.49	21.45	47.31	0.10	0.07	100.1	47.26
Гор. Усолье, камен.-ломни (обн. № 42).	0.88	0.26	0.29	30.36	21.21	47.31	0.08	0.05	100.44	46.60
Село Узкий Луг (обн. № 244, пласт б).	1.91	0.14	0.63	29.47	21.32	46.19	0.07	0.06	99.79	45.75
Фабр. Сибфарфор (обн. № 157, пласт с).	0.45	0.13	0.19	30.43	20.77	47.00	0.03	0.11	99.11	46.76
Река Ангара, канава Черемховского водопровода (обн. № 281, пласт 35).	0.48	0.14	0.08	39.22	13.97	46.05	0.09	0.04	100.07	45.93
Левый берег р. Ишидей, 2 км от г. Долгуня бассейна р. Оки (по данным Л. Г. Котельникова)	2.65	0.24	неопр.	30.91	20.22	45.65	неопр.	неопр.	99.67	—
Село Введенское, обн. на левом берегу р. Иркутка, № 289, пласт 33, обр. № 2102.	5.52	1.44		29.82	18.57	44.24	—	—	99.59	—
Пласт 34, обр. № 2103	0.98	0.98		55.00	0.31	43.06	—	—	100.33	—
" 15 " 2086	1.39	1.80		53.90	0.76	42.90	—	—	100.75	—
" 19 " 2090	1.31	0.80		46.40	7.47	44.40	—	—	100.38	—
" 29 " 2099	0.96	0.45		51.24	3.41	43.72	—	—	99.78	—
" 31 " 2100	5.38	0.92		32.76	16.81	43.82	—	—	99.69	—
" 35 " 2105	1.34	0.76		53.65	1.03	43.06	—	—	99.84	—
" 38 " 2107	0.42	0.36		54.67	0.96	43.46	—	—	99.87	—
" 43 " 2110	3.63	1.06		31.98	18.57	44.94	—	—	100.23	—
" 44 " 2111	17.54	8.03		23.84	15.50	34.77	—	—	99.68	—
" 47 " 2112	0.60	0.70		32.70	18.66	46.74	—	—	99.40	—
" 48 " 2113	0.18	0.54		31.65	20.48	46.79	—	—	99.65	—
" 49 " 2114	1.72	2.60		28.98	21.16	45.87	—	—	100.33	—
" 92 " 2142	1.24	1.40		31.45	19.51	46.70	—	—	100.30	—
" 97 " 2144	2.42	1.04		30.46	20.00	45.54	—	—	99.46	—
" 27 " 2097	2.80	0.31		53.35	1.17	42.18	—	—	99.81	—
" 28 " 2098	1.16	0.87		53.38	1.23	45.52	—	—	100.16	—
" 41 " 2109	0.63	0.22		54.49	1.17	43.18	—	—	99.69	—
" 90 " 2138	13.95	4.08		28.84	14.42	38.60	—	—	99.90	—
" 94 " 2143	0.55	0.36		54.96	0.57	43.62	—	—	100.06	—
" 129 " 2165	7.91	0.40		40.37	9.49	42.00	—	—	100.17	—
" 133 " 2166	9.34	1.28		47.35	2.87	39.34	—	—	100.18	—
" 136 " 2167	5.57	1.29		41.37	9.10	42.56	—	—	99.88	—
" 137 " 2168	14.33	0.47		25.93	18.61	40.66	—	—	100.05	—
" 139 " 2170	4.81	1.10		37.42	12.85	43.54	—	—	99.72	—
" 147 " 2187	11.52	1.25		31.56	14.52	49.88	—	—	99.73	—
" 148 " 2186	20.28	5.85		28.75	10.65	34.29	—	—	99.82	—
" 169 " 2184a	2.96	1.33		29.65	20.32	45.55	—	—	99.82	—
" 169 " 2184b	19.35	7.74		21.20	16.09	34.36	—	—	93.74	—

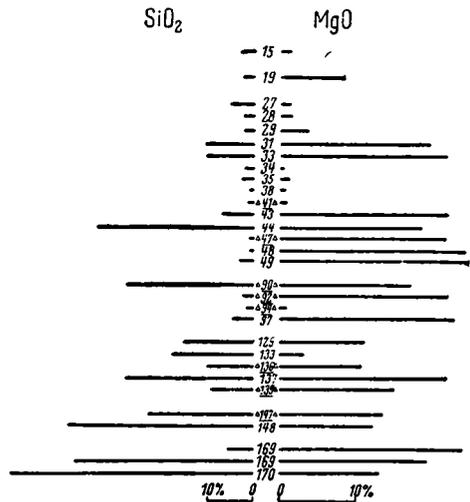
которые во введенском разрезе обнажения № 289 отсутствуют. Выше булайской скважины располагается разрез у д. Узкий Луг, над которым надо поставить бархатовскую канаву. Еще выше встанет верхулайская скважина.

Из приведенной на фиг. 7 диаграммы обнажения № 289 можно заключить, что какой-либо связи между SiO_2 и MgO не наблюдается. Если вычертить диаграмму процентного содержания этих соединений последовательно по пластам разреза с. Введенского (фиг. 7), то намечается как будто прямая связь в верхних горизонтах (пласты 15—38). При этом малому содержанию магнезии отвечает малое количество кремнекислоты. Но в дальнейшем эта связь резко меняется, и доломиты содержат как малое, так и большое количество кремнекислоты. Из фиг. 7 вытекает, что общее окремнение или количество кремнекислоты, не уловимой под микроскопом и по наружному виду, в некоторых случаях достигает 26% и преобладает в нижних горизонтах разреза. Пласты, номера которых подчеркнуты и помечены треугольником, по петрографическому составу являются брекчиями осадочного происхождения. Как видим, они могут быть чистыми в смысле нерастворимого остатка и малого содержания магнезии (пласт 41), а также обладать повышенным содержанием того и другого (пласты 90 и 147). Это обстоятельство позволяет утверждать, что химизм брекчий не отличается от „материнских“ пород (доломитов, известняков и мергелей), если не произошло коренной перекристаллизации при сильном воздействии вторичных агентов.

Как видно из фиг. 7, в верхних горизонтах SiO_2 меньше, чем в нижних, в то время как видимого окремнения в виде желваков и т. д. в верхних горизонтах значительно больше, чем внизу. Это обстоятельство можно объяснить более интенсивными вторичными процессами в верху разреза, при которых кремнезем из породы концентрируется в конкрециях, желваках и т. д.

Кластического материала, и в том числе глинистого, во всей толще очень небольшое количество, о чем говорят анализы с назкими процентами полуторных окислов.

Работа Я. Я. Яржемского (1936), охватившая весь керн булайской и верхулайской буровых скважин, а также образцы из канавы у с. Бархатова, дают огромный фактический материал, оставшийся, к сожалению, слабо обработанным. Так, например, разрез нижней части среднего кембрия у с. Введенского, подробно обработанный Я. Я. Яржемским, не сравнивался со скважиной Н. Булая, и даже попыток сопоставления их не делалось. Приведенные попластовые описания керна скважины включают, между прочим, химические анализы, произведенные по методу Бутырина и показывающие количества магнезии и нерастворимого остатка. Цифры эти, недостаточно точные, все же могут служить отличной ориентировкой при выяснении общей химической природы толщи. Количество этих анализов превышает 200, что вместе с точными и такими же имеющимися у меня 195 анализами составит внушительную сумму до 400 анализов. Здесь



Фиг. 7. Сравнительное содержание SiO_2 и MgO в обн. № 289 по отдельным пластам (сверху вниз).

уже может быть применен статистический метод, чтобы получить среднюю цифру процентного содержания магния и нерастворимого остатка в среднекембрийской свите. Нужно сделать оговорку, что отдельные цифры, приведенные в работе Я. Я. Яржемского, грешат некоторыми неточностями — явными дефектами анализа. Так, например, в гипсовых и ангидритовых пластах нижних горизонтов булайской скважины анализы дают:

На глубине	510.9 м	— 24.2%	MgO или	50.82%	MgCO ₃ и	47%	нерастворимого остатка
"	"	523 "	"	24.2 "	"	50.82 "	50 "
"	"	542 "	"	24.2 "	"	50.82 "	55.5 "
"	"	553 "	"	21.15 "	"	44.41 "	48.3 "
"	"	556 "	"	25.4 "	"	52.50 "	45.6 "
"	"	583.7 "	"	23.2 "	"	48.72 "	55.5 "

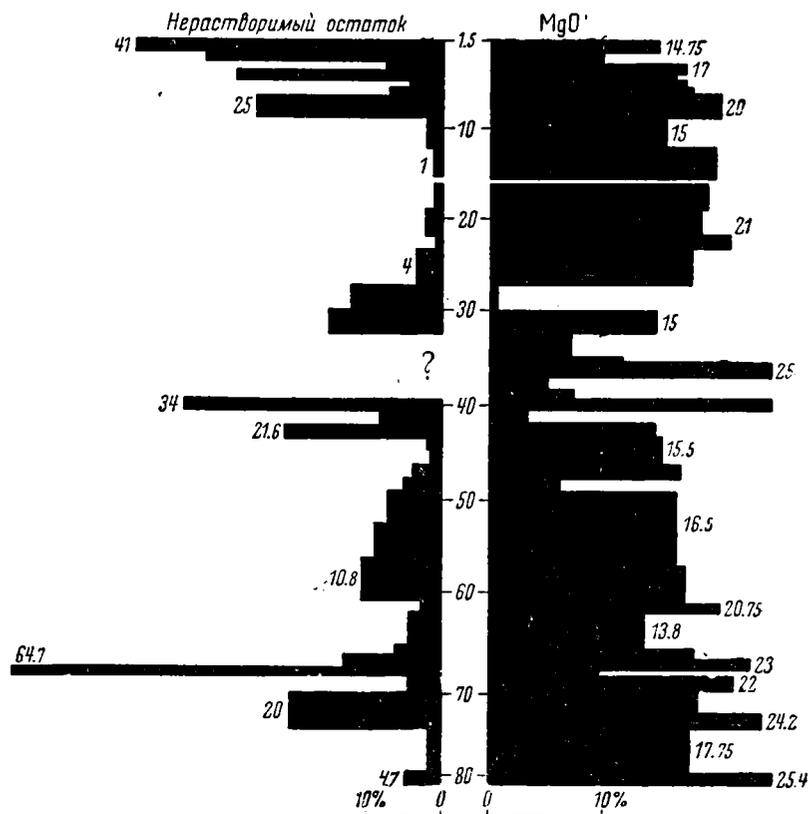
Иными словами, в пересчете на карбонат сумма превысит 100% или же на долю карбоната кальция почти ничего не остается. Это уже не доломит, который Я. Я. Яржемским наблюдался в шлифах! Вернее всего, при таких больших количествах нерастворимого остатка метод Бутырина искажает цифры в сторону значительного преувеличения.

Вначале в наши намерения входило вычислить среднюю цифру для пород среднего кембрия, основываясь на мощности отдельных пластов, охарактеризованных в скважинах. Это было бы подлинной средней пробой всей карбонатной свиты. Но при вычерчивании диаграммы содержания MgO и нерастворимого остатка в булайской скважине, по данным Я. Я. Яржемского и нашим, мы натолкнулись на следующие затруднения. В свое время при бурении Булайской буровой скважины были пересланы в ЦНИГРИ образцы керна, взятые через разные промежутки почти из всей колонки. Эти образцы, достигающие 0.5 м в длину, были проанализированы мною методом Бутырина. Между тем Я. Я. Яржемский, анализируя керн Булайской скважины, не учел отсутствия образцов, находящихся в ЦНИГРИ, и распространил результаты своих анализов на пропуски, образованные изъятием части колонки. Если взять какой-нибудь крупный интервал, например на глубине 148.3—179 м, охарактеризованный несколькими анализами Я. Я. Яржемского, то оказывается, что для того же интервала существуют образцы в ЦНИГРИ с глубин 165; 165.9; 169.8; 173.4; 177.65 м. Цифры моих анализов значительно разнятся от приведенных Я. Я. Яржемским. Между тем, величина образцов была такая, что пропуски должны были быть замечены Я. Я. Яржемским. В некоторых случаях, как, например, в только что приведенном, можно думать, что образцы в ЦНИГРИ взяты из нижней части пласта, описываемого Я. Я. Яржемским. В некоторых же случаях этого сказать нельзя. Этот факт наблюдается систематически во всей булайской скважине и подрывает доверие к правильности опробования скважины этим автором, ибо это опробование проводилось им недостаточно педантично. Таким образом, диаграммы, составленные мною по материалу Я. Я. Яржемского и моим, являются приближенными, так как мощности пластов на диаграммах не всегда отвечают действительности.

Перейдем к их рассмотрению. Составлены диаграммы следующим образом: на горизонтальной линии откладывалось вправо процентное содержание MgO, влево — нерастворимого остатка. По вертикали откладывалась глубина нахождения образца, из которого взят анализ, и мощность пласта, характеризующегося этим анализом. Таким образом, получается колонка с горизонтально отходящими столбиками, наглядно представляющими содержание того или иного вещества и его вертикальное распространение. Верхулайская скважина и бархатовская канава, материал из которых Я. Я. Яржемскому был передан М. Н. Бондаренко, производившим разведочные работы на строительные материалы, дают в большинстве случаев обратное соотношение нерастворимого остатка и магнезии. Но замечается, что окремненные образцы приурочены к мало-

мощным пластам. На диаграммах они имеют вид тонких линий, внезапно выступающих на стороне нерастворимого остатка (фиг. 9 и 10). Мергели имеют большую мощность и постепенные или менее резкие переходы к породам, бедным нерастворимым остатком.

Верхулайская скважина (фиг. 8) относится к верхам среднего кембрия; стратиграфически ниже, по Бондаренко, располагается бархатовская канава (фиг. 9). Нужно заметить, что оба эти разреза характеризуются значительным содержанием магнезии, что заставляет относить породы, преобладающие в разрезах, к доломитам. Даже доломитизированных

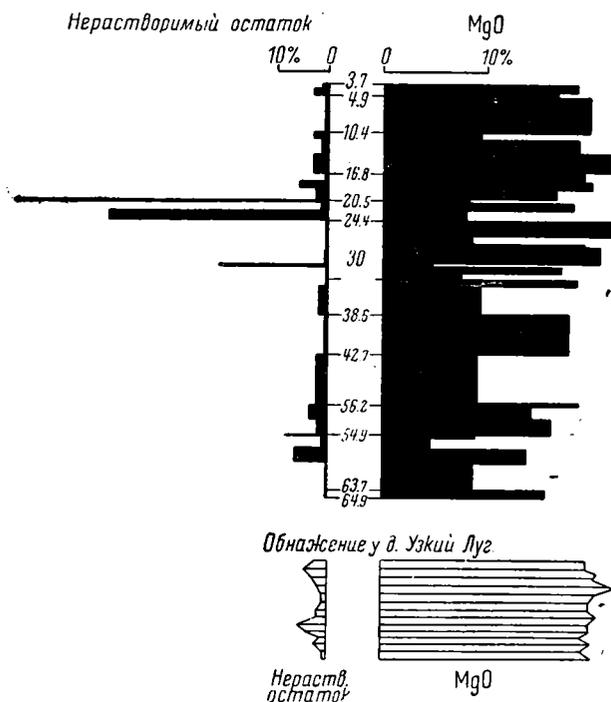


Фиг. 8. Сравнительное содержание нерастворимого остатка и MgO в Верхулайской скважине.

(и доломитовых) известняков здесь ничтожное количество. Количество нерастворимого остатка значительно меньше в разрезе Бархатово, что указывает на меньшую мергелистость. Нижележащие горизонты опробованы Я. Я. Яржемским из обнажения у д. Узкий Луг. Но так как образцы по мощности не привязаны, ценность диаграммы значительно снижается, и мы можем указать на исключительную однородность доломитов этого обнажения как по содержанию магнезия, так и нерастворимого остатка. Так как мощностей нет, диаграмма составлена путем откладывания процента MgO и нерастворимого остатка по горизонтали на линиях, отстоящих на разных промежутках (фиг. 9 на стр. 26).

Мощный разрез булайской буровой скважины в карбонатной своей части характеризуется вверху (до глубины 55 м) чистыми доломитами с большим содержанием магнезия. Ниже начинается более пестрое пере-
слаивание с мергелистыми доломитами и мергелями, что в левой стороне диаграмм выражается появлением резких длинных колонок, а в правой —

„провалами“ среди высокомагнезиальных пластов. Несмотря на присутствие здесь найденных Я. Я. Яржемским трилобитов из группы *Aptosaiga*, все же я думаю, что частая смена пород мергелями говорит за мелкое, хотя и открытое море (фиг. 10). Такое положение продолжается до глубины 147 м, где последний пласт мергеля сменяется ниже доломитами, местами сильно окремнелыми (что устанавливается микроскопически), но с несколько более постоянным содержанием магния. Окремнение, местами достигающее огромной интенсивности, внезапно прекращается на глубине 210 м, и ниже идут более или менее чистые доломиты с редкими пропластками доломитовых известняков. Эта картина меняется на глубине 390 м, где появляются мощные окремненные оолитовые пласты. Наконец, на глубине 455 м начинают появляться ангидрито-доломитовые пласты уже чисто лагунной фации. Таким образом, нижняя часть колонки относится к породам, состоящим из доломита, ангидрита и гипса, естественно дающих большой нерастворимый осадок. Эти осадки искажают данные анализа, получаемые методом Бутырина, и цифры количества окиси магния не отвечают истинному содержанию его в породе. Но я оставил их в диаграмме, так как они характеризуют совершенно особую фазию, резко отличающуюся от вышележащих пластов, и поэтому не затемняют общей картины строения свиты. Таким образом, общее рассмотрение только двух компо-



Фиг. 9. Сравнительное содержание нерастворимого остатка и MgO в Бархатовской канаве и в обнажении у д. Узкий Луг.

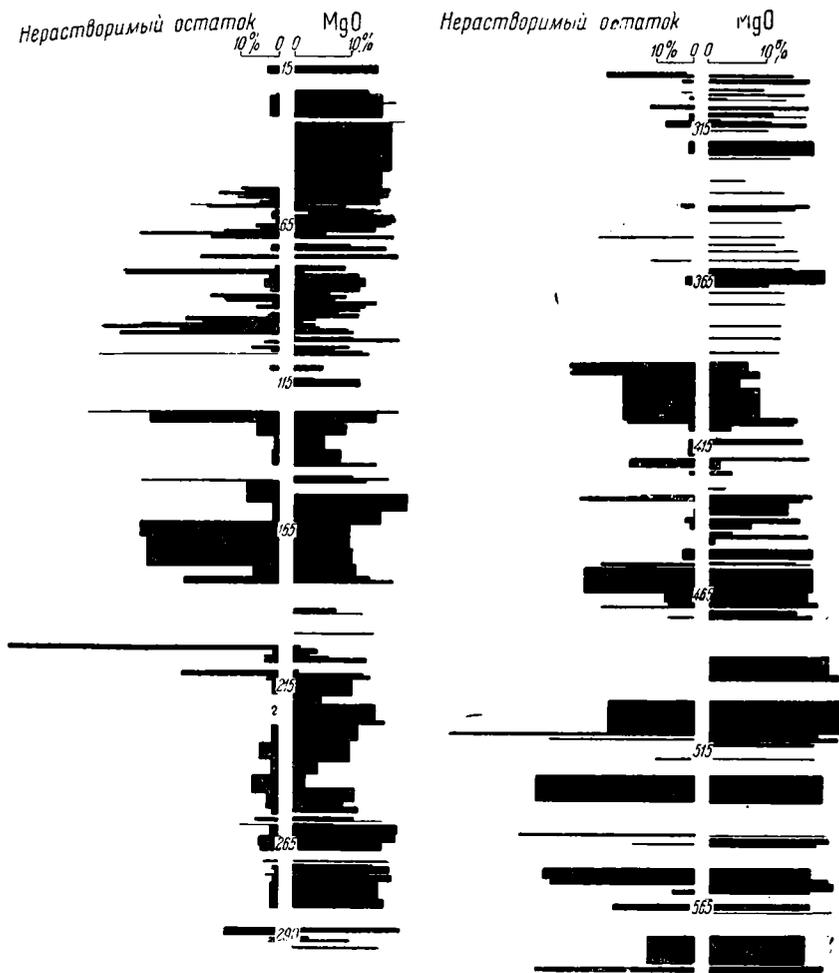
нентов, т. е. процентного содержания окиси магния и нерастворимого остатка, позволяет не только разбить разрез на четыре зоны, но и сделать определенные геологические выводы.

Нижняя часть колонки слагается породами чисто лагунной фации, кверху постепенно переходящими в более глубоководные осадки открытого моря. Здесь исчезает левая часть диаграммы, т. е. кластический материал. В верхней части, на границе, и по следующей зоне выделяются пласты с резким и сильным окремнением. Следующая по вертикали часть разреза представлена перемежаемостью мергелей, песчаников и доломитов, постепенно переходящих в чистые аннелидовые доломиты Н. Булая (булайская свита). Эти последние, повидимому, являются относительно глубоководными.

При таком расчленении отпадают зоны и толщи Я. Я. Яржемского, в частности его зона перемежаемости доломитизированных и немагнезиальных известняков. Самое тщательное изучение материала этого исследователя показывает, что известняки имеют очень слабое и спорадическое значение, а вышеуказанная зона Я. Я. Яржемского анализами

характеризуется следующим образом: 8 анализов дают цифру MgO более 10%, 2 — от 5 до 10% и 5 анализов — меньше 5%. По мощности же пластов подавляющая масса представлена доломитами, среди которых теряются известняки с содержанием MgO менее 10%.

Конечно, наше деление, основанное исключительно на химических данных, не может служить эталоном для корреляции, так как трудно думать, что и другие скважины дадут такое же распределение химических



Фиг. 10. Сравнительное содержание нерастворимого остатка и MgO в Булай-ской буровой скважине.

элементов (правда, попытки такой не производилось). Но и деление Я. Я. Яржемского, основанное на петрографических и минералогических общих признаках, ничего не дало ни для корреляции, ни для генетических заключений. Чтобы пользоваться признаками доломитизации, следует предварительно разрешить вопрос о первичности или вторичности доломита. Я. Я. Яржемский с начала и до конца проводит мысль о вторичной доломитизации пород, хотя и говорит о химическом происхождении минерала доломита в морских условиях. Мне думается, что вторичные процессы, широко развитые в карбонатах среднего кембрия, несколько загнипотизировали Я. Я. Яржемского. Поэтому и те измененные, но первичные доломиты, которые следует считать доломитовыми известняками

или известняковым доломитом, относятся этим автором к доломитизированным известнякам. Поскольку мне пришлось изучать средний кембрий, могу сказать, что известняки первичного происхождения являются исключением, и, как это видно из колонок-диаграмм, средний кембрий складывается доломитовой свитой первичного происхождения, понимая под первичным образование доломита на дне моря. Вторичные же процессы, если и перемещали Mg или Ca, то в пределах пластов и их пачек, по существу изменяя лишь внешний вид породы.

2. Средний химический состав карбонатной толщи среднего кембрия

Перейдем теперь к выяснению среднего содержания магния и нерастворимого остатка в доломитовой толще среднего кембрия. Мне удалось воспользоваться 462 анализами доломитов и известняков среднего кембрия, собранных мною из следующих источников.

Главную массу анализов, сделанных методом Бутырина, пришлось почерпнуть из работы Я. Я. Яржемского (1936). Значительное количество анализов, произведенных тем же методом, находилось у меня по керну булайской скважины. 58 точных анализов взято мною из работы М. Н. Бондаренко (1934) по верхним горизонтам среднего кембрия. В моем распоряжении было также 30 точных анализов из разреза среднего кембрия у с. Введенского, опробованного мною в 1929 г. совместно с Л. Н. Балавинским на цементные известняки. Наконец, 67 точных анализов взято из района рр. Киренги и Лены: из них 58 любезно предоставлено мне И. И. Катушечком и 9 сделано по моим коллекциям в химической лаборатории Геологического института Академии Наук. Кроме того, несколько точных анализов взято из разных источников и разных мест (часть из них приводится в табл. 3).

Нами брались лишь количества окиси магния и нерастворимого остатка. Среднее содержание из всех 462 анализов по всей среднекембрийской толще дает 15.43% MgO и 9% нерастворимого остатка. Необходимо отметить, что нами совершенно отброшены анализы из низов булайской скважины, относящиеся к ангидритово-карбонатной пачке, покрывающей соленосную пачку. Сделано это, во-первых, потому, что, как указывалось выше, анализы методом Бутырина при выпадении большого нерастворимого остатка искажают цифры в сторону преувеличения; во-вторых, потому, что эта пачка является исключением и не характерна для всего среднего кембрия.

Теперь интересно посмотреть, какие средние величины получаются в различных участках среднего кембрия. Если разбить имеющиеся у нас анализы на верхние пачки, т. е. выше $Ст_2^2$, и на нижние и средние — $Ст_2^1$ и $Ст_2^2$ вместе (т. е. булайскую скважину), то получим следующие результаты для $Ст_2^3$: из 148 анализов получается 17.95% MgO и 7.01% нерастворимого остатка. Для булайской скважины ($Ст_2^1$ и $Ст_2^2$) из 208 анализов получено для MgO 14.7% и для нерастворимого остатка 13.6%. Для обнажения у с. Введенского (30 анализов), где образцы отбирались со специальной целью нахождения чистых известняков и заведомые доломиты не брались, цифра MgO оказалась занижена — 11.9% при 8.1% нерастворимого остатка.

По всему Иркутскому соленосному бассейну (395 анализов) среднее количество MgO равняется 15.76% и нерастворимого остатка 9.86%. Таким образом, это количество очень близко к среднему составу всей толщи по всем районам.

Район рр. Киренги и Лены оказался менее магниезальным. Здесь из 67 анализов получается в среднем 13.52% MgO и 5.03% нерастворимого остатка. Может быть, эту меньшую магниезальность нужно отнести за счет более открытого моря. Большинство анализов приходится на

верхние горизонты среднего кембрия, т. е. $Ст_2^3$. Мы же видели, что, во-первых, эта часть толщи наиболее магнезиальна в Иркутском бассейне и, во-вторых, что на самом верху между карбонатными породами включены мощные пласты полосатого гипса. В районе рр. Лены и Киренги это наблюдается лишь в самых верхах $Ст_2$ при переходе к $Ст_3$.

В статистической обработке химических анализов сказывается общий доломитовый облик среднего кембрия, вследствие чего и средние числа по разным участкам не очень сильно отличаются друг от друга. Если перечислить средние числа на карбонаты и вычислить степень доломитизации, то получится таблица, иллюстрирующая сделанные выше заключения (табл. 4):

Таблица 4

Стратиграфические единицы или район	CaCO ₃	MgCO ₃	Нерастворимый остаток	Доломит	Избыток CaCO ₂	% доломитизации по отношению к карбонатам
Средние числа:						
по всему среднему кембрию	58.6	32.4	9	70.61	20.39	77.6
по $Ст_2^3$ (верхн. горизонты $Ст_2$)	55.3	37.69	7.01	82.57	10.42	86.63
по $Ст_2^1$ и $Ст_2^2$ (булайская скважина)	55.53	30.87	13.6	67.62	18.78	78.38
по Иркутскому бассейну	67.05	33.09	9.86	72.49	17.65	80.42
по району рр. Лены и Киренги	66.58	28.39	5.03	62.19	32.78	65.48

В последней графе приведен процент доломита по отношению ко всем карбонатам породы. Как видим, доля доломита всюду велика и колеблется от 77 до 86%; лишь в районе рр. Лены и Киренги она падает до 65.48%.

3. Общая петрографическая характеристика карбонатных пород среднего кембрия

Макроскопически карбонатные породы среднего кембрия Приангарья очень похожи друг на друга (кроме брекчий). Цвета варьируют от темно-серого до светлосерого, иногда кремового или белесого. В низах толщи часты буроватые разности. Доломиты и доломитовые известняки имеют, главным образом, светлосерые оттенки цветов, чистые же известняки обычно темносерого цвета; но эти наблюдения нельзя распространить на всю толщу, так как часто чистые доломиты обладают темными цветами. Зернистость преобладает мелкая, но встречаются разности более крупнозернистые за счет увеличения кристалликов слагающего породу карбоната.

Несколько большее разнообразие дает сложение этих близких между собой пород: доломиты и известняки часто обладают массивным сложением, иногда со скрытой слоистостью, иногда без нее. Мергелистые же разности всегда тонкоплитчатые или даже листоватые. Но и здесь нет постоянного правила, так как большинство доломитов и известняков, обладая способностью разламываться на грубые плитки (толстоплитчатость), и без глинистых примесей бывают иногда тонкоплитчатыми (фото-табл. I). Очень обычны на поверхности таких плиток (т. е. на поверхности наслоения через близкие или равные промежутки) пленки глинистого вещества. Иногда эти пленки бывают черными или зелеными. Как догадку

можно высказать предположение о сезонном отложении этих глинистых пленок, когда (весной, например) в водоем приносилось больше глинистого материала. Возможно, этому обстоятельству и обязаны наши породы способностью вообще раскалываться на плитки.

Переходя к другим разностям карбонатных пород, необходимо упомянуть работу Я. Я. Яржемского „К литологии среднего кембрия Приангарья“,¹ в которой он детально останавливается на оригинальных ангидритовых (вероятнее гипсовых) доломитах, состоявших из кристалликов доломита и ангидрита. На этих породах мы не будем останавливаться, так же как и на мергелистых разностях, не получивших достаточной характеристики химическими анализами.

Если доломиты и доломитовые известняки теперь охарактеризовать микроскопически, то на общем однообразном фоне мелкозернистых и более крупнозернистых однородных сильно перекристаллизованных карбонатных пород выступают разности, говорящие об оригинальном генезисе осадка. В первую очередь обращают на себя внимание относительно редкие пласты оригинальных доломитов и известняков с интересной микроструктурой. Они характеризуются скоплениями темного очень мелкозернистого карбоната, в виде комочков с резкими очертаниями, включенных в кристаллически зернистую массу карбоната. Форма этих скоплений — комочков — очень неправильна и разнообразна и имеет вид облаков округлых очертаний с выступами и заливчиками. Неоднородность карбонатной массы внутри комочков ни в коей мере не позволяет отнести их образование за счет перекристаллизации основной массы или же считать куском какой-то породы, возникшей путем дробления и окатки. Другой тип аналогичной породы приближается к карбонатному песчанику, но с песчинками, в которых присутствуют заливчики и мысики, немислимые при окатывании кластического материала. В темных песчинках этой породы мы также наблюдаем неоднородность, причем иногда заметно, что обломок состоит из нескольких участков, сцементированных вместе темным карбонатным материалом.

Анализ некоторых водорослевых образований позволяет мне предполагать аналогичное происхождение вышеупомянутых комочков. Участвовавшие в образовании этих пород организмы относились к синезеленым водорослям и отчасти, может быть, к бактериям.² Эти растения обволакивали обломки пород или отмершие кусочки колоний таких же организмов и, выделяя, главным образом, вокруг своих клеток карбонат кальция, образовывали стяжения, которые мы и наблюдаем. Недостаточность собранного материала не позволяет мне в достаточной мере широко осветить эти породы. Замечу, что для второго типа (рис. 1 в фото-табл. II и рис. 3 в фото-табл. XI), повидимому, существовало отложение карбоната помощью растений на ряду с приносом кластического материала из обломков мелкозернистого известняка.

Несколько иной характер имеют „брекчии“, которые лишь микроскопически, при беглом осмотре, можно назвать брекчиями. Аналоги

¹ Чрезвычайно интересный материал, детально и тщательно обработанный, дает картину состава толщи в части наиболее распространенных пород. К сожалению, Я. Я. Яржемский, производивший работу для целей корреляции, рассматривает образование пород односторонне. Очень широко распространенные вторичные явления перекристаллизации он распространяет на все встречаемые случаи и, например, образование брекчий объясняет только этим путем. То же надо сказать о доломитовых известняках, которые он называет доломитизированными. На самом деле существуют все переходы от доломитов к чистым известнякам первичного происхождения. Конечно, все они затронуты вторичными процессами, но за перемещением карбоната мы должны искать первичную породу, отбрасывая вторичные процессы, иначе мы не увидим леса из-за деревьев. Подход Я. Я. Яржемского к породам как к вторично образованным не может отозваться благоприятно на стратиграфическом расчленении.

² Эти образования описаны мною (1937) как остатки синезеленых водорослей *Nubecularites* gen. nov.

этих пород были уже описаны выше как известняки, обнаруживающие под микроскопом своеобразную структуру из зерен, напоминающих галечки, но с оригинальной внешней формой и сложной внутренней структурой. Макроскопические аналоги этих пород внешне напоминают галечный карбонатный конгломерат темносерого цвета, „галечки“ которого достигают 2 см, с преобладанием мелких обломков. Форма „галек“ относительно округлая, но при внимательном изучении — с неровной поверхностью, в сечении извилистая, вследствие чего при разломе не получается конгломератового излома. „Галечка“ и цемент имеют одинаковую твердость и прочность; при разломе получается грубо угловатый неровный излом, чему способствует и неровная поверхность самих „галек“. В шлифовке и в шлифе легко увидеть с помощью лупы, а иногда и простым глазом, что „галечки“ являются сложными и содержат внутри себя иногда более светлые окатанные обломки, иногда состоят из темных сгустков, распределенных незакономерно среди малочисленного светлого кальцита. Можно строить различные гипотезы происхождения этих образований. Мне кажется, что наиболее подходящим объяснением является вышеприведенная гипотеза водорослевого обволакивания различных обломков. Столько же доводов можно привести и в пользу предположения о копролитовом происхождении этих „галек“. Однако причудливая форма этих образований, мне кажется, легче объясняется растительным происхождением, так же как и значительное накопление этого материала.

Кроме водорослевых доломитов и известняков, большой интерес представляют плитчатые и слегка мергелистые доломитовые известняки с трещинами высыхания на поверхностях наслоения. Я думаю, этот признак можно считать за указание на кратковременное усыхание бассейна. Трещины высыхания (фото-табл. III, рис. 1) найдены мною в пади Гришевой около г. Черемхова под пластом бугристого доломита с редкими обломками трилобитов. Указанный бугристый доломит, массивного сложения, несет на своей поверхности наслоения тонкую мергелистую пленку и отпечатки организмов, принимавшиеся ранее за фукоиды. Теперь, на основании некоторых работ, в частности австралийских, мы можем с большей долей уверенности говорить о животном происхождении этих отпечатков, а именно о следах жизнедеятельности червей (ходы аннелид) (фото-табл. III, рис. 2).

Все вышесказанное скорее говорит об относительно более глубоком режиме водоема во время отложения этого доломита с аннелидами. Присутствие над бугристым, или, правильнее, аннелидовым доломитом органогенных образований типа *Collenia undosa* Walcott говорит опять о мелководном бассейне. Вывод этот следует из того, что синезеленые водоросли, образовавшие стяжения, называемые строматолитами, живут в мелком бассейне, нуждаясь в солнечном свете.

Только что описанные породы из пади Гришевой сменяются по вертикали на протяжении 2—3 м. Здесь же, в некоторых пластах, в ближайшем соседстве с пластами с трещинами высыхания, находятся остатки трилобитов. Все это говорит о быстро меняющемся режиме, вследствие местных пересыханий и изменения береговой линии. К этому вопросу мы вернемся ниже.

4. Сингенетические брекчии

Перейдем теперь к характеристике осадочных брекчий морского происхождения. Отличить в поле брекчии различного происхождения очень трудно, иногда невозможно. Самым характерным случаем осадочной брекчии является порода из нижних частей среднего кембрия, встреченная в нескольких пунктах предгорий Восточного Саяна. Характерный ее признак — это крупные неокатанные обломки светлого, почти

белого мергелистого (гипсового?) доломита на темном, в основном фоне мелких известковых и доломитовых обломков.

Материал, слагавший брекчию, довольно разнообразен. В большинстве своем остроугольные обломки карбонатных пород бывают окатаны, перемешаны, без видимой слоистости; но плоские обломки ложатся преимущественно длинной осью по горизонтали. Цвет обломков серый, темносерый с более редкими светлыми кусками; все сцементировано темным известняком. Эта порода изображена на рис. 4 фото-табл. III. Фотография снята с шлифовки зерна алмазной буровой скважины г. Усоля.

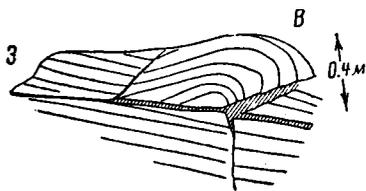
Необходимо признать, что: 1) в образовании этой брекчии участвовали различные породы среднего кембрия, 2) материал отлагался очень близко от источника питания, будучи почти неокатанным. Отсутствие четкой слоистости говорит скорее о быстром отложении, локальном размыве и отложении. Может быть, эту породу можно назвать брекчией отмели или береговой осыпью (фото-табл. XI, рис. 2).

При существовании близких меняющихся берегов, в мелком среднекембрийском море создавались условия, благоприятные для образования так называемых подводных оползней. Мы не будем останавливаться на природе и генезисе этих явлений, описанных и в иностранной и в отечественной литературе (А. Д. Архангельский, 1930). Изученные брекчии рассматривались в шлифовках образцов, взятых из обнажений, а также из буровой скважины г. Усоля. Большинство образцов из обнажений было взято ориентированными относительно верха, низа и стран света.

Для последней цели в обнажении на верхней поверхности образца химическим карандашом наносилась стрелка, отвечающая магнитному меридиану по компасу. Эти ориентированные образцы показали, что главное направление оползания масс было с юго-запада на северо-восток. Конечно, если бы густота наблюдений была достаточно частой, можно было бы наметить участки поднятий для отдельных горизонтов. К сожалению, редкая обнаженность препятствует этому.

Изучение петрографии оползневых брекчий позволяет установить среди них два типа: 1) брекчии из еще пластичного осадка и 2) брекчии из осадка затвердевшего.

Обращаясь к первому типу подводнооползневых образований, нужно сказать, что о пластичности оползавшей массы нельзя судить по смятым в складки слоям породы, так как смятаться в складки могут и твердые слои. Но складки пластичной породы имеют свою оригинальную физиономию: если эти слои не являются настолько жидкими, чтобы расплыться под давлением, они сминаются как тесто, образуя или кишечнообразно изогнутые смятия (фото-табл. IV, рис. 2), или более или менее правильные складки, в верхней части постепенно переходящие в нормальную сплошную породу (фиг. 11).



Фиг. 11. Слой доломита, смятые подводным оползнем. Деталь обн. № 265.

Последний случай легко объяснить тем, что верхняя часть оползавшего участка была сложена полужидкой илистой массой, которая не сминалась, а расплывалась и не давала слоистости с видимой нарушенностью.

Пример такого образца можно видеть в фото-табл. V, рис. 1, где нормальная антиклинальная складка переходит в плотный неслоистый доломит в верхней части и лежит несогласно на основании (фото-табл. IX, рис. 2). Наконец, случай, когда лишь характер слоистости указывает на пластичность слоев, показан на фото-табл. V (рис. 4 и 5). Здесь отдельные слои имеют окраску неоднородную по всей мощности

слоя. Вследствие перематия и внутрислоевого перемещения, происходит как бы расплывание слоя в некоторых местах. Границы слоев не везде четки, несмотря на резкое отличие по окраске одного слоя от другого. Это исчезновение границ между слоями можно заметить и в двух предыдущих примерах. Оно легко объясняется перемешиванием двух пластичных слоев на границе, вследствие давления, направленного перпендикулярно слоям.

Следующий тип — смятие уже отвердевших слоев в микроскладки с последующим раздроблением в микронадвиги и, наконец, в брекчию. Такие, опрокинутые в сторону движения, складочки с местами изломанными слоями изображены на фото-табл. IV (рис. 2) и, как начальная стадия того же явления, — на фото-табл. VI (рис. 2 и 3). В этих складках, иногда уже в ядрах антиклиналей наблюдается раздробление, которое далее переходит на весь пласт и превращает породу в настоящую брекчию (фото-табл. V, рис. 3).

Образец такой брекчии, образованной из смятых слоев, представлен на фото-табл. VI (рис. 1). Обломки здесь местами сохранили измятость слоев и располагаются волнообразно, вся же масса имеет текучий характер, в особенности материя, находящийся между обломками. Границы между обломками или сохранившимися слоями четки и резки. Дальнейшей стадией является перемешивание обломков в хаотическую массу, в которой лишь некоторые из них сохраняют признаки смятия. На фото-табл. VII изображен шлифованный керн из буровой скважины в г. Усолье. В нем каждый обломок отграничен от соседнего темной блестящей пленкой. Последняя при химическом исследовании оказалась магнетическим силикатом.

Такая же блестящая черная поверхность находится сверху образца и в середине, в трещине, по которой расколот образец (фото-табл. VII). Надо заметить, что эта брекчия складывается двумя различными карбонатными породами: сверху темный известняк внедряется в нижний светлый доломит. По границе этих двух пород, сейчас почти исчезнувшей, и происходит наибольшее раздробление и перетирание.

Полное перемешивание обломков произошло в образце, представленном на фото-табл. VIII.

Этот образец интересен в том отношении, что обломки здесь встречаются всяких размеров и форм. Некоторые обломки явно окатаны, некоторые раздроблены (сверху направо), некоторые имеют входящие углы и неровные края. Образец раскололся на две части и на расколе также наблюдалась черная пленка. Повидимому, многие формы обусловлены давлением, а окатанные обломки являются более твердыми; при движении в мягкой массе они, вследствие трения, сглаживали свои углы; в частности, внизу, с гравой стороны, полосатые обломки являются кремнями. Образец из керна той же скважины (фото-табл. IV, рис. 3) в нижней части имеет такую же сильно переколотую брекчию из разнородных обломков, по которой двигалась порода верхней части образца. Характерная черта этого образца — наклонное положение верхнего куса относительно стенок скважины. Между нижней брекчией и верхним куском находится такая же черная блестящая пленка с зеркалами скольжения, как и в предыдущих образцах.

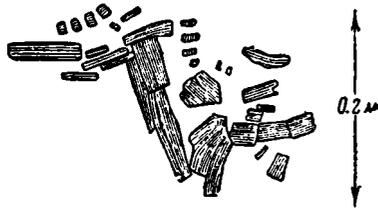
До сих пор мы рассматривали брекчии, в которых кремни играли роль случайных обломков, неясных в смысле их происхождения. На фото-табл. IV, рис. 1 представлена фотография шлифовки керна буровой скважины, где наклонные слои светлосерого доломита контактируют с раздробленной тонкозернистой темной известково-доломитовой породой. На границе отчетливо видны стилолитовые образования, отграниченные черной пленкой. Эти стилолитовые образования можно объяснить так: видно, что стилолиты по отношению нижнего доломитового участка являются локальными — их нет направо, где происходило передвижение

верхней части брекчии справа налево. Вследствие того, что нижняя доломитовая часть оказывала сопротивление, движение происходило не вдоль границы двух пород, а вверх, налево, по направлению нарисованной стрелки. Так как вторая часть темного известняка, уже раздробленная бывшим до этого движением, испытывала давление сверху вниз, вследствие разложения сил, произошло образование стилолитов, более крупных близ угла и более редких левее. Направо, вверху, в темном известняке хорошо видна овальная конкреция кремня. Обломок такого же кремня находится приблизительно в середине верхней части фотографии. Этот обломок имеет форму полушария с каемкой у кривой поверхности. Из этого мы можем заключить, что уже до образования брекчии существовали сформированные овальные конкреции. О том же говорят фотографии на фото-табл. IX (рис. 1 и 4). Но здесь обломки кремня в некоторых случаях окатаны. На рис. 1 этой таблицы обломки происходят явно из одной длинной линзы. Разломанные движением воды или оползанием илстых масс, обломки кремневой линзы были слегка окатаны и отложены тут же. Основная масса, цементирующая обломки, не слоиста и имеет также брекчиевидное строение. О том, что какие-то смещения существовали, говорит и нижележащий слой, разбитый микросбросами. Аналогичная брекчия с черными кремнями показана на рис. 4 той же таблицы. Под микроскопом основная масса выглядит как песчанистый известняк. Все кластические зерна кварца одеты вторичной оторочкой, составляющей одно кристаллическое целое с первоначально окатанным зерном. Вследствие этого контуры зерен становятся многогранными или угловатыми. Очень мелкие зернышки карбоната, оставшиеся внутри кварцевых зерен, ориентированы по крайним границам окатанных обломков, подчеркивая вторичную структуру. Цементом служит тонкозернистый карбонат. Кремни слагаются кварцем торцовой структуры, кристаллами разной величины (от 0.01 до 0.1 мм). Очертания кристалликов кварца в таких кремневых участках неправильные, часто лапчатые. Местами, по краям некоторых кремней, мелкие зернышки карбоната сохранились между отдельными неделимыми кварца, повидимому, захваченные перекристаллизацией. Округлые очертания кремневых стяжений говорят о том же процессе увеличения площади окремнения путем роста кремневых включений вследствие вторичных нарастаний кварца.

Интересно отметить, что в верхней части образца обломки кремня отчетливы, в то время как внизу они более расплывчаты. Повидимому, в нижней части процесс окремнения продвинулся дальше, чем в верхнем участке. Таким образом, нам кажется, можно часть кремней отнести к сингенетическим, затвердевшим на дне моря и в дальнейшем игравшим роль твердой породы при процессах, происходивших под водой.

Наличие условий мелкого моря, пологих берегов, состоящих из тех же известняков, прибор и, возможно, течений обуславливало образование местами известковых песчаников и кварцевых известняков, брекчий и т. п. Это не создавало настоящих перерывов и несогласий, так как размывались лишь отдельные, вышедшие на поверхность, пласты. Но мы должны констатировать, что, при всей однородности карбонатной толщи среднего кембрия, колебания в глубине водоема были значительными. Если некоторые доломитовые мергели отлагались почти у поверхности воды, повидимому, являясь химическими осадками, то выше или нижележащие пласты аннелидовых доломитов, а также пласты с трилобитами скорее надо отнести к более глубоководным осадкам с удаленными берегами. При таком резком колебании береговой линии, в особенности в низах и верхах среднекембрийской свиты, создавались, естественно, условия местных несогласий: размыва и отложения прибрежных брекчий и песчаников из тех же карбонатных пород. Эти несогласия наблюдались иногда в обнажениях. Кроме того, повидимому, тому же обстоя-

тельству — неустойчивому положению дна моря — обязаны подводно-оползневые явления, опять-таки с явлениями брекчирования и смятия пород, на чем мы остановимся несколько ниже. Сейчас же мы коснемся некоторых пород, генезис которых также может быть объяснен своеобразным режимом водоема. Нельзя с достоверностью говорить о кремневых стяжениях в среднем кембрии р. Ангары, как о сингенетичных образованиях, потому что они всегда являются бесструктурными. Но если кремневые обломки участвуют в образовании брекчии, отложенной на дне, можно думать, что кремнь уже был твердым до образования брекчии. Если же линза кремня раздроблена на куски и почти сохранила свое первоначальное положение, можно думать, что она существовала в виде твердой линзы и раздроблена движением воды. Иллюстрацию таких явлений мы находим в среднекембрийской толще. Часто кремни, образуя тонкий пропласток, или линзу, или дырчатый (в обнажении прерывающийся) пропласток, под влиянием тех или иных механических воздействий на дне водоема (волнение, течение, оползень) раздробляются локально. Эта локальность раздробления, при которой легко видеть кремнь раздробленный, переходящий в нормально залегающий при неизменной спокойно залегающей вмещающей породе, на наш взгляд, говорит о существовании твердого кремня на дне водоема. Такие обломки кремня в настоящее время как бы впаяны в доломит или известняк разрозненными обломками, не создавая брекчиевиди й породы.



Фиг. 12. Зарисовка обнажения: раздробленные кремни — серое, известняк — белое. Деталь обн. № 248.

На фиг. 12 зарисован участок пласта светлосерого доломитового известняка с темными кремнями (р. Белая против д. Узкий Луг). Остальных форм залегания кремня мы коснемся при описании окремнения как случаев, которые могут объясняться вторичными процессами.

Можно привести еще один пример образования доломитового конгломерата локального образования, в котором и гальки и цемент являются карбонатными. Материал совершенно несортирован, состоит из галек хорошей окатки, смешанных с совершенно неокатанным материалом. Все перемешано и сцементировано таким же карбонатом. Получается своеобразная картина грубого конгломерата-брекчии, в котором величина гальки варьирует от 20 до 1 см (фото-табл. III, рис. 3). Явление это чисто локальное с явными признаками окатывания, поэтому происхождение породы можно объяснить лишь процессами, в которых участвовало переотложение. Из таких процессов наиболее подходящими будет отложение этой породы близ крутого берега, где частично обломки окатывались прибоем.

5. 0 генезисе карбонатных пород среднего кембрия

Среднекембрийская карбонатная толща очень богата солями магния, содержит гипс внизу и вверху в виде пластов и во многих горизонтах в виде составной части породы. Нижняя часть этой толщи содержит мощные пласты промышленной каменной соли. Как уже указывалось, нормальных известняков почти нет, большинство осадков является или доломитами, или доломитовыми известняками. Если принять во внимание большую мощность карбонатной толщи (от 800 до 1000 м), можно говорить об огромном количестве магния и кальция, отложенного в кембрийском море при почти полном отсутствии остатков организмов. Лишь проблематические водоросли могут быть признаны серьезным источником карбонатов.

Выше не раз уже подчеркивалась мелководность осадков карбонатной толщи, перерывы в отложениях, прибрежные осадки (брекчии и т. п.) и, наконец, явно лагунные осадки гипса. Присутствие гипса (или его псевдоморфоз) среди доломитовых пород говорит скорее о том, что и сам доломит или большинство доломитовых известняков произошло путем химического осаждения. Согласно Б. П. Кротову (1925) в морской воде предполагается присутствие $MgSO_4$, вступающего с $CaCO_3$ в обратимую реакцию по формуле Гайдингера:



В условиях лагуны при испарении воды и увеличении концентрации идет выпадение осадка, т. е. реакция идет в одну сторону. При таком происхождении доломита нужно ожидать, что встретится очень однородный осадок. В среднекембрийской известково-доломитовой толще мы это и наблюдаем в большинстве случаев.

На генезисе отдельных разновидностей карбонатных пород мы останавливались выше. Отметим, что обломочные известняки и доломиты в нашей свите образовались за счет разрушения затвердевшего дна среднекембрийского бассейна, или действия волн, или действия прилива на больших отмелях. Этому способствовало временное высыхание и растрескивание карбонатного ила.

Возможно, что эти отмели одновременно являлись отграничивающими от открытого моря косами. Лагуны временного характера ускоряли и усиливали химическое осаждение осадков. Несомненно климат был теплым, способствовавшим испарению воды в лагунах. Склоны дна этих лагун, заливов и углублений были довольно крутые. Вследствие этого происходили подводные оползни, захватывавшие кроме пластичных слоев целые пласты полужатвердевших пород. Повидимому, рельеф дна бассейна быстро и сильно менялся, может быть, не без участия сейсмических явлений. Как мы видели выше, в среднем кембрии р. Ангары имеются примеры медленного оползания илестых масс с пластами неменяющейся мощности. В этих случаях микроскладчатость имеет явное несогласие со своей постелью, но в верхних частях переход в неслоистую или горизонтально-слоистую породу постепенный. В тех же горизонтах наблюдаются также примеры полного раздробления уже затвердевших осадков и смятия пропластков с явным несогласием и кровли и постели. Лишь в некоторых смятых слоях видна пластичность и даже илистый характер смятых и раздробленных слоев. Для таких мощных подводных оползаний требовался уже значительный наклон дна и, может быть, толчок в виде землетрясения. Интересно, что особенно богаты подводнооползневыми явлениями верхние и нижние горизонты, переходные от красноцветных пород к более мелководным доломитам и известнякам, т. е. фации, указывающие на границу континентальной ступени на некотором удалении от береговой линии. Этот участок был особенно неустойчив, образуя и склоны к более глубоким частям, и лагунные полузамкнутые бассейны мелководного характера. Такой режим существовал в нижней части среднего кембрия, постепенно заменяясь более открытым морем. Возможно, что открытое море наступало с севера на юг. После средней части среднего кембрия начался обратный процесс. Море стало отодвигаться, возможно, к северу, заменяясь полулагунным и затем лагунным бассейном. Наступила опять чрезвычайно пестрая смена довольно однородных осадков. Переслаивание происходило между химическими и кластическими, иногда органогенными осадками. Смена эта, весьма быстрая, говорит о движении взад и вперед береговой линии при общем отступлении моря на север. В верхнем кембрии карбонатные осадки сменяются кластическими, главным образом, глинистыми, и в нижнем силуре — песчаными отложениями уже прибрежного характера.

Из всех этих фактов и гипотез можно вывести заключение, что процессы, образовавшие породы, чрезвычайно сложны и многообразны. К расшифровке их мы еще только подходим, и сейчас мною лишь ставятся вопросы без претензий на их разрешение. Для последнего необходима еще большая работа литолого-геохимического характера.

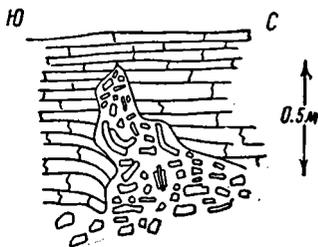
У. ВТОРИЧНЫЕ ПОРОДЫ И ПРОЦЕССЫ В КАРБОНАТНОЙ ТОЛЩЕ СРЕДНЕГО КЕМБРИЯ

В такой мощной карбонатной толще, как средний кембрий, естественно, широко развиты циркуляция растворов и вторичные процессы. Своеобразный режим осадка обусловил образование некоторых специфических пород, а выщелачивание их водой в течение долгих периодов континентального режима (от силура до наших дней) и перемещения вещества создало явления и образования, к которым мы ниже и перейдем. Так как разобраться во всей сети наложившихся процессов довольно трудно, мы будем считать эту попытку лишь первоначальной; в дальнейшем, надо думать, ее придется дополнить и изменить.

1. Эпигенетические брекчии

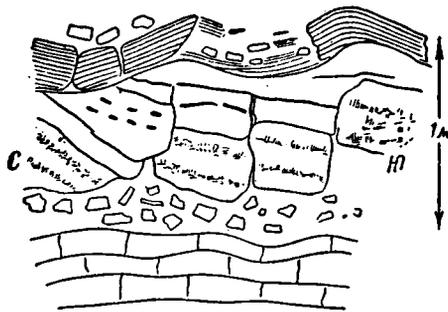
К этим породам надо отнести брекчии карстового и тектонического происхождения. Широко развитый здесь древний карст характеризуется сцементированной брекчией, в то время как современный обычно имеет в своих пустотах рыхлую брекчиевидную или мучнистую породу. В некоторых случаях наблюдался грубый галечник из галек исключительно доломито-известняков, повидимому, такого же карстового происхождения. Обычно брекчия состоит из обломков карбонатных пород, которые слагают стенки и потолок полости, или из близлежащих пород. Но иногда встречаются в них и юрские песчаники, принесенные водным потоком или попавшие сюда при провале кровли.

Масштаб карстовых явлений сильно варьирует — от простых трещин до огромных пустот, заваленных обломочным материалом. Карстовые явления, главным образом современные, изучались партиями ГИДЭП в районе р. Ангары. Мы ограничимся описанием лишь некоторых форм, которые включают брекчии несомненно карстового происхождения. В некоторых случаях наблюдаются сцементированные брекчии (с кремневыми и карбонатными обломками) в виде неровной, меняющейся мощности пластовой залежи. Потолок таких древних карстовых пустот иногда характерен тем, что образует как бы заливчики, входящие внутрь кровли (фиг. 13). Происхождение таких форм вполне понятно, если принять во внимание, что кровля обваливалась неравномерно. В некоторых случаях в обнажении встречаются участки, ограниченные резкими линиями, секущими слои под любыми углами и заполненные обломками пород, иногда целыми глыбами оторванной кровли и стенск. Один такой древний карстовый ход представлен на фиг. 14. В кровле этого хода находится пласт доломита с псевдоморфозами по гипсу (мелкие штрихи). По этому пласту видно, что кровля опускалась неравномерно, участками. На фиг. 15 схематически изображен другой участок карстового хода с нагроможденными глыбами тех же карбонатных пород. Другой характер древнего карста представлен на фиг. 16 — обнажения доломитов на р. Белой. Здесь обращенная к реке западная сторона обнажения сла-

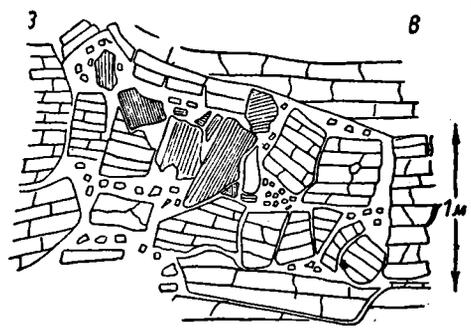


Фиг. 13. Карстовая брекчия в бывшем потолке пустоты, заполненной обломками. Деталь обн. № 241.

гаются массивными светлыми доломитами. Обращенная же к берегу сторона резко отграничена от массивных доломитов кривой линией, за которой находится сначала целая серия брекчий, к востоку сменяющаяся толстоплитчатыми доломито-известняками с горизонтальным залеганием. В самом низу брекчий находится конгломерат плохо сцементированный и с хорошо окатанными крупными гальками карбонатных пород. Выше конгломерат сменяется брекчией с обломками, частично окатанными, и еще выше обычной брекчией из остроугольных обломков. Все это покрывается



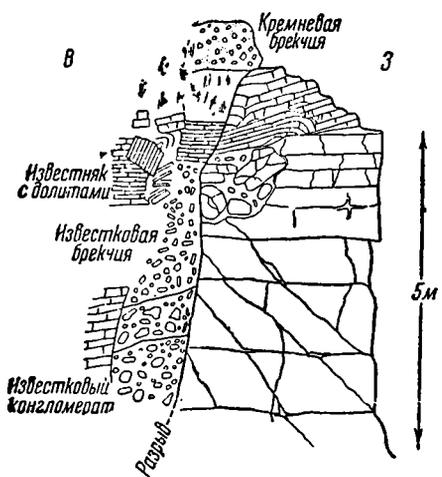
Фиг. 14. Карстовая брекчия. О.жн. № 236-а. Деталь 1.



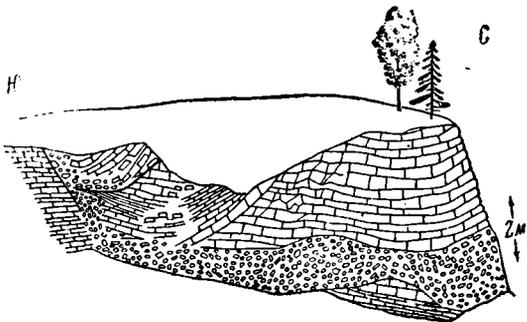
Фиг. 15. Карстовая брекчия. Деталь обн. № 243-а.

кремневой брекчией, повидимому, элювиального происхождения. На фиг. 17 дана зарисовка обнажения по р. Белой, против д. Холмушино. Здесь обрыв, сложенный доломитовыми известняками, представляет собой сложную картину брекчированных пород в результате оседания кровли большого карстового хода и заполнения последнего обломками кровли.

Во-первых, мы находим в подошве такие пласты, которые не встречаются в кровле. Во-вторых оседание в северной части было больше, чем в южной, где наблюдается как бы край провальной зоны.



Фиг. 16. Карстовый ход, заполненный брекчией и конгломератом. Обн. № 75.



Фиг. 17. Древний карст в обнажении. Обн. № 238.

В-третьих, на месте сокращенной по вертикали карстовой пустоты образовалась прочная брекчия, частично с кремневыми обломками в виде пластовой, вернее, линзовидной залежи. Карст этот, очень древний, никак не сказывается в рельефе, так же как и в предыдущих случаях.

Все приведенные примеры я отношу к карстовым — провальным брекчиям. В их числе могут встретиться так называемые пещерные брекчии, например конгломерат, изображенный на фиг. 16. Они имеют несколько отличный генезис. Пещерные брекчии нужно считать скорее

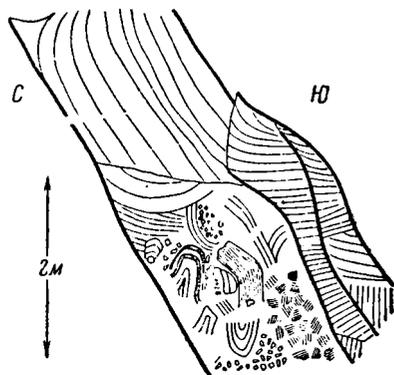
за осадочные, образовавшиеся при участии водных потоков. Однако в данном случае отличить их от обычных брекчий оседаний очень трудно. Так как возраст карста может быть различен и, главное, он нам не известен, удобнее все брекчи, связанные с карстом, объединить вместе и считать эпигенетическими по отношению к известково-доломитовой свите среднего кембрия.

История происхождения образований, представленных на фиг. 16, возможно, была такова: водным потоком на дне пластовой полости отложились описанные выше гальки. Позже потолок пустоты осел и заполнил полость, оставив лишь широкую щель, постепенно заполняющуюся неокатанными обломками. Затем наверху образовался пласт кремневой брекчий, характерной для основания юрских пород, залегающих на размывтой поверхности доломитов и известняков. Такие же брекчи повсеместно распространены в виде линз и пластов на доломито-известняках и по своему стратиграфическому положению являются породами послекембрийского и доюрского возраста. Таким образом, некоторые карстовые образования, как мы видим, по своему происхождению довольно сложны.

2. Тектонические брекчи

Тектонические брекчи чрезвычайно трудно отличить от брекчий карстового происхождения в однородных доломито-известняках. Между тем, несмотря на горизонтальное залегание среднего кембрия в районе р. Ангары, такие брекчи существуют там, где спокойное залегание внезапно меняется на крутое, например

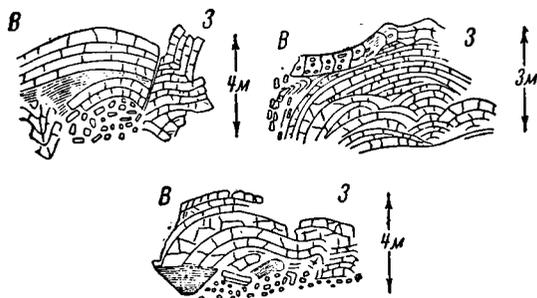
у с. Пономарева, в так называемой Пономаревской флекуре, правильнее — стулообразном антиклинале с крутым (до 90° падением) южным крылом и пологим северным. Этот антиклиналь небольшой амплитуды (до 70 м) произошел вследствие давления с юго-востока, что легче доказать, если его внимательно изучить по пластам. Некоторые пласты смяты в резкие мелкие складки, которые не могли бы образоваться, если бы не было тангенциального давления и существовали бы лишь растягивающие или радиально направленные давления. Среди отдельных пластов в некоторых участках крутого южного крыла существуют настоящие брекчи, получившиеся в результате



Фиг. 18. Тектоническая брекчия.

пластового скольжения и раздробления пород (фиг. 18). В этом же крутом крыле целая зона характеризуется грубым и сильным квиважем, секущим нормальную слоистость и создающим ложную плитчатость. Здесь же наблюдаются зеркала скольжения. Все это не оставляет сомнений в тектоническом происхождении межпластовой брекчий. Между тем, по общему характеру брекчий не отличима от обычной карстовой брекчий; отличием служат лишь изогнутые куски пород, наблюдающиеся только в тектонических и в подводнооползневых брекчий. Но все же от подводнооползневых брекчий тектонические отличаются тем, что первые захватывают лишь какой-нибудь один стратиграфический элемент, тектонические же явления не ограничены этими элементами. От карстовых брекчий тектонические отличаются своей флюиальностью, измятостью пород и отдельных кусков. Таким образом, мы видим, что определение пока основывается на полевых геологических данных и что петрографически нам трудно определять эти брекчи.

В предгорьях Восточного Саяна та же среднекембрийская толща сильно смята и на ряду с мощными карстовыми разломами дает примеры тектонических брекчий. Здесь наиболее ярким примером начальной стадии такого брекчирования являются кливаж и смятие участков пласта в куполообразные скорлуповатые вздутия, расположенные рядом и друг над другом, что придает разрезу очень оригинальный вид. Дальнейшее давление превратило бы пласт в обычную брекчию (фиг. 19).



Фиг. 19. Различные формы тектонических брекчий. Детали обн. № 268.

В некоторых местах нам удалось найти грубые глыбы доломитового и брекчиевидного известняка (брекчия осадочного происхождения), постели которых представляли собой черную перетертую массу с жирным блеском. В этой черной массе встречались затертые линзовидные куски кварца величиной до кулака. Черная масса при анализе оказалась магнезиальным силикатом, более подробно исследованным Я. Я. Яржемским (1936). Скопление этого черного блестящего магнезиального силиката, мне кажется, следует отнести за счет механических причин и, в данном случае, за счет тектонических передвижек горизонтального направления.

В некоторых местах нам удалось найти грубые глыбы доломитового и брекчиевидного известняка (брекчия осадочного происхождения), постели которых представляли

собой черную перетертую массу с жирным блеском. В этой черной массе встречались затертые линзовидные куски кварца величиной до кулака. Черная масса при анализе оказалась магнезиальным силикатом, более подробно исследованным Я. Я. Яржемским (1936). Скопление этого черного блестящего магнезиального силиката, мне кажется, следует отнести за счет механических причин и, в данном случае, за счет тектонических передвижек горизонтального направления.

3. Вторичная доломитизация, раздоломичивание, псевдоморфозы и перекристаллизация

Наиболее широко распространенными вторичными процессами являются доломитизация и раздоломичивание, или иначе кальцитизация. Доломитизация первичных известняков изучалась Я. Я. Яржемским в цементных известняках с. Введенского на р. Иркуте. Этот исследователь приходит к выводу о вторичном происхождении доломитовых известняков, так как всюду он находил следы вторичного перемещения доломита. Вывод этот не может быть приложен ко всем известнякам, содержащим доломит, хотя бы и со следами вторичного перемещения, так как и кальцит всегда обладает теми же следами вторичного перемещения. Между тем, несомненно, существуют первичные доломиты, так же как и первичные известняки. Естественно, поэтому, допустить все переходы от известняка к доломиту в первичном виде. А так как в среднем кембрии р. Ангары преобладают доломиты и доломитовые известняки, то естественно думать, что огромное количество магна является первичным и большинство магнезиальных пород также первичными. Наоборот, многие известняки являются вторичными, в особенности в верхней части толщи, где приток кальция облегчен присутствием мощных пластов гипса. Это обратное соотношение известняков и доломитов может быть связано своеобразному генезису карбонатных пород среднего кембрия, на котором мы остановимся ниже.

Вторичная доломитизация,¹ широко развитая как в доломитовых породах, так и известняках, выражается обычными формами, присущими всем карбонатным породам. В результате этого процесса отлагаются жилки доломита, выделяются отдельные кристаллики этого минерала в первоначальной породе, отдельные участки превращаются в доломит и т. д.

¹ Вторичная доломитизация происходит в породах, выведенных со дна моря на поверхность, в отличие от доломитизации, происходящей на дне моря, хотя бы и в твердом осадке (например, в теле рифа).

Но иногда встречаются формы вторичного карбоната, которые трудно отнести ко вторичной доломитизации, но нельзя также отнести и к кальцитизации. Так как эта порода очень интересна, мы беголо остановимся на ней. Шлиф такой породы изображен на фото-табл. X, рис. 3. Порода представляет собой агрегат мелких сростков доломита, имеющих округлые очертания. Сростки мелких кристалликов доломита располагаются вплотную друг к другу и, вследствие этого, приобретают многогранную форму, но с закругленными углами. Между сростками находится темный (железистый?) цемент, позволяющий отчетливо различать отдельные сростки. Кристаллики доломита располагаются радиально, причем впечатление такое, что рост происходит не из центра наружу, а с поверхности сростков внутрь, иными словами, что округлые стяжения существовали ранее. Достаточно полно аргументировать это положение невозможно, так как процесс продвинулся слишком далеко и не оставил незатронутых вторичной доломитизацией сгустков или иных округлых телец. Но и на снимке видно, что внутри округлых телец находится более темный тонкозернистый карбонат, возможно, изначальный известняк. Таким образом, можно предположить, что эта порода своей оригинальной микроскопической структурой обязана первоначальному сложению из округлых телец неизвестного происхождения, а не какому-то особому виду доломитизации.

Вторичная кальцитизация¹ выражается очень разнообразно. Особенно интересна она в самых верхних горизонтах среднего кембрия, где близ границы с верхним кембрием залегает мощный пласт гипса. Благодаря притекающим растворам сернокислого кальция, целые участки пластов доломитов сверху постепенно превращаются в известняки, что дало даже повод к поискам запасов чистых цементных известняков в долинах рр. Унги и Залари. Между тем, выяснилось, что первичными карбонатными породами этого района являются доломиты и магниезиальные известняки. Кальцит, замещая доломит, создает или пятнистые разности, или своеобразные полосчатые породы. Эти последние слагаются из слоев светлого известняка и темной первоначальной породы. Слои бывают разной толщины, от 1 мм до 2 см. Полосчатость приурочивается к определенным пластам, но по простиранию не выдерживается. Другой вид кальцитизации состоит в образовании пятен кальцита. Эти пятна образуются иногда вокруг какого-то центра; в таком случае кристаллы кальцита, разрастаясь, достигают макроскопической величины (до 1 см). В результате образуется звездочка с кристаллами кальцита в виде лучей в твердой первоначальной породе.

Кальцитизация происходит также путем образования вторичных сферических участков. В этих сферах кальцит, перекристаллизуясь, сохраняет остатки прежней мелкозернистой структуры в виде точек-зернышек первичного осадка. Сфера состоит из агрегата кристаллов кальцита, которые, постепенно и равномерно разрастаясь, захватывают новые участки породы. Поэтому граница между сферами и основной породой неровная и нечеткая (фото-табл. XII, рис. 2).

Среди доломитовых известняков встречаются оригинальные разновидности. Сингенетическая часть породы состоит, по видимому, из очень тонкозернистого темного карбоната со значительным количеством мелкого окатанного песчаного материала и обломков еще более мелкозернистых мергелей и доломитов. В эту массу вкраплены довольно крупные кристаллы кальцита, обычно в виде ромбоэдров с обломанными или закругленными углами и изъеденными краями (фото-табл. X, рис. 2).

Эти зерна можно трактовать и как первоначальные — кластические. Внутри таких ромбоэдров внедряются, несомненно, вторичные кристаллы

¹ Под кальцитизацией надо понимать переход доломита в кальцит, вследствие выноса магния и замещения его кальцием, что, конечно, связано с перекристаллизацией и приносом дополнительных количеств кальция.

карбоната, повидимому, доломита. Существуют также зерна вторичного кварца. Создается картина пестрой породы со сложным взаимоотношением составляющих компонентов. Такую породу макроскопически можно принять за грубозернистый кластический осадок, в то время как его генезис сложнее, чем генезис обычной кластической породы.

Очень широко распространен вторичный кальцит в виде псевдоморфоз. Эти псевдоморфозы могут служить основанием для суждения о тех образованиях, которые были здесь ранее. Одной из распространенных форм таких псевдоморфоз-кальцита являются сферические включения, легко выкальвывающиеся из породы и состоящие из одного кристалла кальцита. Эти сферической формы включения разбросаны в толще некоторых пластов доломитов в верхней части толщи среднего кембрия. Иногда наблюдаются линзовидные скопления или более обогащенные этими сферами пропластки. Величина включений колеблется от 0.5 до 2 см. Они по внешнему виду напоминают пизолиты и так назывались нами в поле. Но эти „пизолиты“ никогда не сохраняют концентрическую слоистую или радиально-лучистую структуру. В шлифе, в кристалле кальцита, замечаются мелкие зернышки темного первоначального карбоната. В одном случае мне удалось найти аналогичный шарик, не перекристаллизованный, как обычно, а состоящий из тонкозернистого темного известняка без какой-либо структуры. Этот шарик не так легко выкальвывался из породы, как обычно выкальваются перекристаллизованные сферы.

Загадочная природа этих образований не может быть пока расшифрована с достаточной ясностью из-за отсутствия данных, но видно: 1) что сферы сингенетичны и 2) что они лишь впоследствии перекристаллизовываются. Можно предполагать какое-то органическое происхождение их.

Не менее распространенными псевдоморфозами являются заполнения пустот от кристалликов гипса. Такие псевдоморфозы по гипсу распространены по всей толще, но особенно многочисленны в верхней части среднего кембрия. Замечено, что вышеописанные сферы не встречаются вместе с псевдоморфозами по гипсу. Последние бывают разных размеров — от микроскопических до 1 см длиной. Обычный вид этих образований — пластинки, расположенные под разными углами друг к другу. Очень часто в сечении получается форма X или V. Псевдоморфозы по гипсу легко различимы, потому что они или затолнены вторичным белым кальцитом, или же, наоборот, вследствие выветривания, остаются пустоты, что и выделяет их на сером однородном фоне доломитового известняка или, чаще, доломита. В шлифе (фото-табл. II, рис. 2) видно, что пустоты от кристалликов гипса заполняются зернистым кальцитом. В некоторых редких случаях окремнения этот кальцит замещается халцедоном. В виде догадки можно высказать предположение о сингенетическом генезисе кристаллов гипса.

Как любопытный пример псевдоморфозы можно привести кристаллы кальцита в виде правильно ограниченных шестигранных призм, ограниченных с обеих концов пирамидами, по внешней форме напоминающими кристаллы кварца. Эти псевдоморфозы были встречены с кварцем в темной брекчии осадочного происхождения.

Наконец, вторичный кальцит выкристаллизовывается в трещинках в виде жил, а в обычной широко распространенной форме — в виде гнезд.

В результате процессов вторичной доломитизации и раздоломичивания возникают иногда породы, которые можно было бы назвать псевдобрекчиями или химическими брекчиями. Эти типы пород являются по существу брекчиевидными породами, не являясь настоящими брекчиями. Обычная брекчия, под которой мы подразумеваем породу, состоящую из кусков, сцементированных каким-либо цементом, заменится, в случае химического происхождения „брекчии“, пятнами одного цвета на фоне

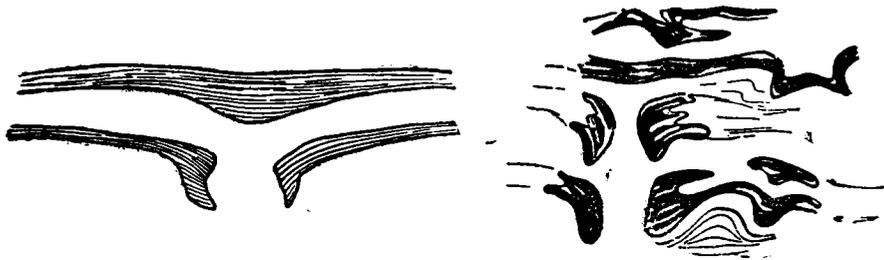
другого цвета. Создается иллюзия брекчии, на самом же деле — это порода, пережившая лишь свой внешний вид, а не раздробившаяся и сцементированная вновь, как это необходимо, для образования нормальной брекчии любого происхождения. Толкование генезиса „брекчиевидных известняков“ или доломитов как результата вторичной доломитизации или кальцитизации очень вероятно. Притекающие растворы замещают первоначальную породу пятнами, обычно более светлыми. Эти растворы циркулируют по трещинкам и, замещая породу стенок этих трещин, создают сложную сеть. Отдельные ячейки этой сети как бы обволакивают участок, заключенный внутри ячеек. Так как обычно трещинки располагаются по прямому, переплетаясь под различными углами, создаются угловатые участки из начальной породы, как бы темные угловатые „обломки“ на более светлом фоне „цемента“. Один образец такой псевдобрекчии представлен на фото-табл. X, рис. 1 (пришлифовка зерна алмазной буровой скважины в г. Усолье), причем в некоторых участках образца вид „брекчии“ совершенно тождествен с нормальной брекчией. Темные угловатые, а иногда и „окатанные обломки“ принадлежат темному известняку, светлые же — вторичному доломиту. В других участках образца темные участки первоначальной породы не захвачены полностью перекристаллизацией; лишь отдельные светлые пятна и заливчики указывают, что и здесь процесс продвигается вперед, но не достиг еще стадии псевдобрекчии. Аналогичные образования описаны Я. Я. Яржемским с обратным соотношением элементов: первичной породы — доломита и вторичной — известкового раствора.

4. Окремнение

Этот процесс широко развит в среднекембрийской толще. Мы уже касались образований сингенетических пород, сейчас мы будем рассматривать очень разнообразные процессы эпигенетического окремнения и перемещения кремнезема внутри толщи.

Окремнение карбонатной толщи представляется в двух формах: 1) в форме постепенного окремнения породы без резких границ окремневших участков и 2) в форме собственно кремней различного габитуса, резко отграниченных от вмещающей карбонатной породы. Первый тип окремнения встречается локально. Иногда он охватывает целые пласты и может быть принят за один из основных признаков породы. Но если проследить такой пласт по горизонтали, мы увидим быстрый переход в нормальный доломит или доломитовый известняк без следов обогащения его кремнекислотой. Один из таких ярких примеров находим на р. Белой, против с. Бельска. Здесь верхи толщи Ст₂ слагаются так называемыми „бельскими бугристыми“ доломитами со следами аннеид. Окремнение нацело захватывает доломит, совершенно видоизменяя породу. По простиранию этот окремненный участок быстро выклинивается к северу и к северо-востоку. Окремненные пласты в более высоких горизонтах наблюдались также между сс. Холмушиным и Узким Лугом, но по простиранию их проследить не удалось. В некоторых случаях сохраняются первичные признаки карбонатной породы. Так, например, окремненный обломочный известняк (или доломит) сохранил лишь местами редкие остатки карбоната в качестве цемента между окремненными обломками и оолитами. Иногда мелкие зернышки железистого бурого минерала распложены в овальные цепочки на периферии прежних обломков. Почти все пространство занято мелкозернистым кварцевым материалом. Внутри бывших когда-то обломков величина зерен кварца мельче, чем между ними (фото-табл. XII, рис. 1 и 3). Поэтому однородный в проходящем свете шпаль в скрещенных николях представляется в виде мелкозернистых пятен между более крупнозернистыми участками. Такая реликтовая структура указывает определенно на вторичный генезис окремнения.

Особо благоприятные зоны создают условия для отложения кремнезема обычно в виде желваков кремней различной формы. Мною было замечено, что особенно часто окремневают образования, относимые к *Collenia undosa* Walcott, причем, если окремнение не захватило целиком всего организма, оно больше всего сосредоточено на периферических частях, создавая своего рода корку. Особенно подвержены окремнению края этого карваеобразного образования. На фиг. 20 и 21 показаны черным окремненные участки *Collenia undosa* Walcott



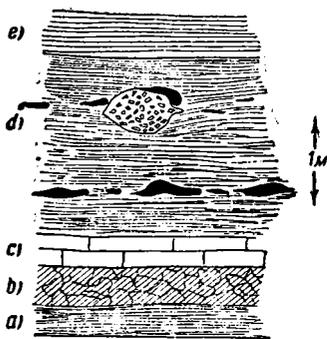
Фиг. 20 и 21. Окремненные части строматолита.

в обнажении в пади Гришевой. Цвет их обычно черный, даже чаще серый. Окремнение проникает в желвак не сразу, а по слоям, и даже целиком окремненные индивиды сохраняют ясную первоначальную слоистость. Эта слоистость выражается различной окраской, различной пористостью слоев и различным содержанием первоначального карбоната. Таким образом карбонатные стяжения синезеленой водоросли *Collenia undosa* Walcott, ясно слоистые в первичном состоянии и обычно с мелко перекристаллизованным карбонатом, сохраняют свойство неодинаковой восприимчивости к окремнению.

Нам думается, это свойство нужно приписать особой органогенной структуре образования, так как в других кремнях ничего подобного мы не наблюдали, а если и наблюдались слоистость, то характер ее был совершенно иным, на чем мы остановимся ниже.

Другая форма кремней не зависит от каких-либо первичных образований и бывает различна в одном и том же слое.

Обычная форма — линза: 1) правильная (фиг. 22), 2) с буграми (фиг. 23), 3) близкая к шару и 4) неправильная, переходящая в пропласток (фиг. 24). Более редкая форма — шар. Она встречалась всего в одном обнажении около с. Холмушкина. Микроскопическое строение кремневых образований среднего кембрия отвечает силекситам. В большинстве из них присутствует кварц мостовидной структуры. Величина отдельных неделимых бывает различна, от 0.001 до 0.1 мм. В некоторых разновидностях участвует также халцедон. Нередко встречается структура, состоящая из зерен кварца или халцедона, неправильно лапчатых, плотно переплетенных между собою, создающих своеобразную структуру, напоминающую кварцевую. Какой-либо закономерности в кремнях в виде слоистости обычно не наблюдается, цвет их серый, темносерый и черный. Размер кремневых желваков варьирует от нескольких сантиметров до 0.5 м. Кремни такого сорта можно объяснить и как сингенетичные, но некоторые признаки говорят за другой генезис: 1) в некоторых из них встре-



Фиг. 22. Зарисовка обнажения с кремнями (черное) и линзой брекчии. Обн. № 73.

кремневых образований среднего кембрия отвечает силекситам. В большинстве из них присутствует кварц мостовидной структуры. Величина отдельных неделимых бывает различна, от 0.001 до 0.1 мм. В некоторых разновидностях участвует также халцедон. Нередко встречается структура, состоящая из зерен кварца или халцедона, неправильно лапчатых, плотно переплетенных между собою, создающих своеобразную структуру, напоминающую кварцевую. Какой-либо закономерности в кремнях в виде слоистости обычно не наблюдается, цвет их серый, темносерый и черный. Размер кремневых желваков варьирует от нескольких сантиметров до 0.5 м. Кремни такого сорта можно объяснить и как сингенетичные, но некоторые признаки говорят за другой генезис: 1) в некоторых из них встре-

чаются участки первоначальной карбонатной породы с первичной слоистостью; 2) на фиг. 22 одна из линз кремня, зачерченная черным цветом, облекает линзу брекчии из различных обломков карбонатных пород, образованных во время отложения осадка. В некоторых случаях кремни образуют причудливые формы, принимаемые некоторыми исследователями за отложения органогенного происхождения. Так, например, Д. Моазон (D. Mawson, 1925) описывает „узловатые“ водорослевые известняки из кембрия Австралии с конкрециями кремней в виде сложной сети или, вернее, причудливых слоев, параллельных друг другу.

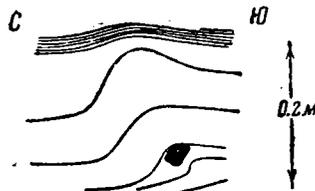
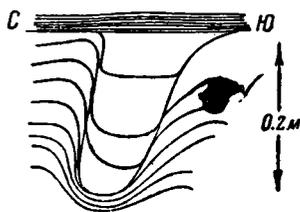


Фиг. 23. Желваки кремния. Обн. № 6.



Фиг. 24. Кремневые линзы. Обн. № 6.

Если сравнить приводимые этим автором фотографии с образованиями, наблюдаемыми в среднекембрийской свите р. Ангары, то можно указать на аналогичные прослои в виде неровных прерывающихся слоев неправильных очертаний. На фото-табл. I, вверху, изображены такие „линзы“ кремня, которые можно толковать и как сингенетические, и как вторичные. Нет никаких данных, говорящих о том, что эти образования являются первичными или отложениями водорослей. Мы будем условно считать их эпигенетическими, а внешнюю форму — характерной для данных горизонтов в силу текстурных особенностей породы. Возможно, что в дальнейшем будут обнаружены какие-нибудь признаки, которые с большей определенностью покажут первичное или вторичное происхождение этих желваков.

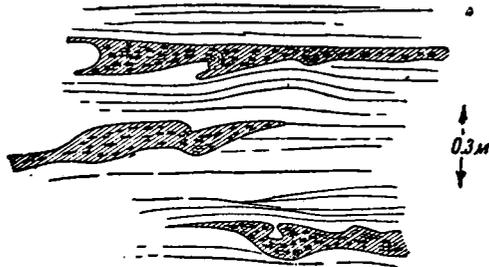


Фиг. 25 и 26. Желваки кремня в смятых слоях доломита. Обн. № 8.

Наконец, есть желваки, находящиеся в участках смятия пород. Такая микроскладчатость (фиг. 25 и 26) обязана своим происхождением, вероятно, подводным оползням. Кремни, находящиеся в таких складочках, имеют неправильно желваковатую форму. Совершенно ясно, что они образовались после смятия породы и в движении слоев не участвовали.

Часто наблюдавшиеся мною кремневые брекчии дают возможность говорить, что некоторые из них (карстового происхождения) окремнели после раздробления. Окремнение их происходит снаружи обнажения, так что сама порода является целиком карбонатной, но покрывается как бы кремневой коркой. Это обстоятельство позволяет предполагать современный процесс окремнения, причем связанный с эрозией и выветриванием. Может быть, карбонатная брекчия, являясь наиболее пористой, создает благоприятные условия для прохождения кремневых растворов во внешнюю часть обнажения, где и происходит замещение карбоната

кремнем. Возможность такого же окремнения можно предполагать во включениях осадочных брекчий, изображенных на фиг. 27 и 28. Характер залегания брекчии на фиг. 27 заставляет предполагать наличие сильного движения воды и отложения обломков пород в углублениях. На фиг. 28 брекчия заключена в смятые оползневый движением слои доломита. Внешняя поверхность брекчиевого включения повторяет смятие вышележащего слоя породы, что заставляет предполагать аналогичное происхождение брекчии, как и на предыдущем рисунке. В следующий этап пороодообразования все было смято подводным оползнем. Окремнение этих участков связано с более поздними процессами и весьма вероятно с большей водопроницаемостью брекчии, так как окружающая порода нигде не окремневает.



Фиг. 27. Кремневые брекчии в виде неправильных линз в пласте. Обн. № 36.

Все вышеописанные явления окремнения относились, главным образом, к нижней, средней и, частично, к верхней части карбонатной толщи.



Фиг. 28. Окремненные участки в пласте. Обн. № 229.

В самых верхних пачках среднего кембрия желваки кремня имеют несколько отличный вид. Форма их линзовидна, иногда очень правильна, цвет белый, беловато-серый, желтовато-светлосерый. При расколе обнаруживаются резкие концентрические полосы — слои, происшедшие в результате выделения кремневого осадка аналогично агатовым слоям. Для кремней этих сильно мергелистых горизонтов характерны включения каолинового вещества в виде белых слоев, примазок и мучнистого материала, равномерно распределенного внутри кремня. Элювий этих кремней находится в изобилии в дююрских каолинах и огнеупорных глинах Узкого Луга, Хайты и т. д., эксплуатируемых местной промышленностью. На оригинальную „каолинизацию“ кремней огнеупорных горизонтов обращали внимание инженеры-разведчики и работающие по эксплуатации, и я даже слышал гипотезы о замещении кремня каолином. Но думается, что каолиновые частицы являются реликтами тех мергелей, на месте которых образовался кремень, тем более, что кремни, выбитые из обнажения, обнаруживали, как указано выше, ту же мучнистость.

Итак, как это явствует из вышесказанного, большинство кремневых образований является эпигенетическими. В общей массе получается значительное количество кремневой кислоты, выпавшей из коллоидного раствора. Об источнике вторичной кремнекислоты можно строить лишь гипотезы.

Из таких гипотез можно предложить вниманию читателя две. Одна из них предполагает первичное происхождение кремнекислоты. Никаких кремневых организмов или хотя бы намеков на следы таких организмов при микроскопии не обнаружено. Кроме того, как это явствует из предыдущего, многие породы являются химическими осадками. Поэтому источник кремнекислоты надо искать в химизме самого бассейна. Согласно Ф. Клерку (F. Clarke, 1924), приток кремнекислоты в моря огромен и выражается в 11,67% всех солей, приносимых водами рек. В среднем кембрии Приангарья в некоторых случаях несомненно имеет место присутствие сингенетических кремней, образование которых можно объяснить выпадением геля кремнезема в момент формирования осадка. Значительная

часть окремнения связана с переотложением кремнезема и выпадением в виде эпигенетических кремней и окремнения участков породы.

Этот вторичный принос кремнекислоты настолько велик, что трудно его объяснить одним лишь перемещением. Для этого случая можно предложить вторую гипотезу.

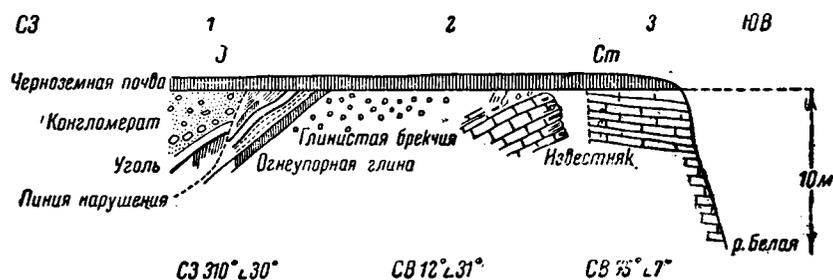
В поверхностных частях пород, как известно, происходит разложение силикатов и алюмосиликатов с образованием свободной SiO_2 . Прекрасную характеристику этого процесса дает В. И. Вернадский в „Очерках геохимии“: „Живое вещество, — пишет он, — играет первенствующую роль в разрушении ювенильных и фреатических силикатов. Мы знаем, что основным фактором этого разрушения является вода. Оказывается, однако, что действие чистой воды очень слабо. Природная вода всегда содержит в растворе кислород, угольную кислоту — продукты жизни; в ней находятся, кроме того, органические вещества биохимического происхождения и, наконец, организмы. В этих сложных условиях силикаты и разлагаются: богатые закисью железа выделяют гидраты окиси железа, образуются щелочные и щелочноземельные карбонаты, большей частью растворяющиеся в воде, образуются гели (или золи) кремнезема и выпадают каолиновые глины и другие алюмокремневые кислоты...“ Процесс этот может идти в почвах, болотах и т. д., т. е. в континентальных условиях. Этот же процесс, возможно, протекает в современных условиях в юрских осадках Восточной Сибири и обуславливает вынос кремневого геля, с одной стороны, и растворимых алюминатов — с другой. Такой вынос сернокислых алюминатов известен в юрской свите на берегу р. Оки, хотя происхождение их приписывалось исключительно действию серной кислоты на полевые шпаты. Вынос геля кремнезема доказывается кремневой коркой в некоторых обнажениях рекчией. Иными словами, обнажения, происшедшие вследствие современной речной эрозии, окремневают с поверхности, обращенной к реке. Таким образом, породы, богатые силикатами и залегающие на размытой поверхности среднего кембрия, продолжают поставлять гель кремнезема вниз, где он и выпадает. Процесс этот, весьма медленный, действовал на протяжении огромного промежутка времени — от силура до юры и, главным образом, в юре. Коллоидные растворы кремнезема выпадали в более низких горизонтах, иногда нацело замещающая пласты или образуя конкреции в самом выщелачиваемом пласте. Таким образом мергелистые горизонты обогащались глиноземом за счет выноса кремнезема. Далее, когда эрозия достигла мергелистых горизонтов, пошел сравнительно быстрый процесс выщелачивания карбонатной части. Образовывался карстовый рельеф, в углублениях которого скапливались элювиальные кремни и каолиновые частицы.

Если проследить окремнение по вертикали, то окажется, что нижняя часть среднего кембрия, содержащая в существенном количестве мергелистые пласты, слабо окремнена. То же можно сказать про среднюю доломитовую часть. Верхняя же серия осадков характерна не только мергелистостью, но и значительным содержанием кремней и окремненных участков. К области выходов этой верхней серии приурочены месторождения каолинов и огнеупорных глин, а также подстилающих их кремневых рекчией.

5. Элювий среднего кембрия

В заключение характеристики вторичных процессов, протекавших в карбонатной толще среднего кембрия, остановимся на огнеупорных и каолиновых глинах, так как их генезис тесно связан с кембрийской карбонатной свитой. Одним из хороших примеров этого рода месторождений являются месторождения Ключи и Мальтинского завода огнеупорных кирпичей близ с. Бадая — и то, и другое на р. Белой. В имеющихся

выработках и в обнажениях рисуется следующая картина: вдоль берега тянутся скалы доломитовых известняков, которые на расстоянии 10—20 м от берега обрываются карстовыми оседаниями, параллельными берегу. В этих древних карстовых провалах находятся юрские осадки, сильно смещенные и подстилаемые огнеупорными глинами. Карст на поверхности не сказывается — вдоль берега тянется терраса, высотой 10—12 м (неолигического возраста). Нам думается, можно предположить дочетвертичный возраст этого карста. В некоторых местах можно видеть взаимоотношение среднекембрийских доломитов и юрских пресноводных глин, песков, углей и галечников. Так, у Мальтинского завода в поперечном овражке, в расчистке на доломито-известняках залегают брекчии из кремневых остроугольных и слегка окатанных обломков в глинистом цемента. Покрывается эта брекчия небольшим (линзовидным?) пластом огнеупорной глины, эксплуатируемым Мальтинским заводом. На огнеупорной глине находятся типичные юрские осадки из песчаников, тонких пластиков угля, галечника и прослоек глинистых пород. На фиг. 29



Фиг. 29. Ряд обнажений на р. Белой, показывающих соотношение глинисто-кремневых брекчий, юрских отложений и кембрия:

1 — обн. № 205; 2 — обн. № 206; 3 — обн. № 204.

представлена схема описанного разреза в зарисовках видимых обнажений. Такое относительно спокойное залегание сохраняется не везде. В ряде случаев нарушение более резко, и известняки по горизонтали контактуя с мешаниной из глинистой брекчии, кусков известняка и огнеупорной глины. В таком случае последняя имеет ярко выраженное гнездовое залегание. Эксплуатируются эти месторождения только короткими штольнями и шурфами с короткими же ортами. Выработав такое гнездо, переходят к другому. В месторождениях у с. Узкий Луг характер залегания огнеупорной глины линзовидный в блюдцеобразных углублениях доюрского возраста. Всегда, как правило, огнеупорные глины и каолины и покрываются и подстилаются глинами с обломками и целыми конкрециями кремней. Часто эти же кремни находятся и в самом промышленном продукте. Характер кремневых обломков не оставляет сомнения в их происхождении из кремневых конкреций среднего кембрия; здесь встречаются белые и желтоватые полосатые кремни, характерные для верхних пачек среднего кембрия, здесь же можно встретить обломки окремневой *Collenia undosa* Walcott, имеющей характерную пористость и слоистость, и которая встречается также в горизонтах выше узколуговских пластов.

О генезисе этих огнеупорных пород высказался Ю. А. Жемчужников (1924), предполагавший элювиальное происхождение в результате растворения карбонатной части, уноса ее растворами и осаждения нерастворимой части.

Таким образом, гипотеза элювиального происхождения огнеупорных глин и кремневых брекчий является, на наш взгляд, наиболее удобной

и понятной. В юрское время эти осадки частично подверглись перемыванию юрскими реками. Глинистые части выносились и осаждались в озерах; из кремней образовалась галька, отлагавшаяся в руслах рек и у берегов озер. В послепюрское время подверглись эрозии и юрские осадки, и мы находим отложения глин третичного или четвертичного возраста на современных склонах и в террасах современных рек, покрытых лишь делювиальными и аллювиальными современными осадками. Как юрские, так и четвертичные глины уже не содержат обломков кремней, что вполне естественно, так как глины являются иногда неоднократно перемытыми.¹

VI. КРАТКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РАЙОНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. КИРЕНГИ

Предлагаемый ниже очерк основывается, по существу, на двух маршрутах автора в 1936 г. через Байкальскую горную страну на р. Киренгу, поэтому и приводимые сведения являются результатом первоначального ознакомления с данным районом.

Обширные пространства бассейна р. Лены неоднократно пересекались различными исследователями. Эти маршруты, расположенные на значительных расстояниях, носили маломасштабный характер. Главное внимание обращалось на стратиграфию спокойно залегающих, почти немых, свит нижнего палеозоя. Благодаря работам И. Д. Черского, В. А. Обручева, П. И. Преображенского, В. Ю. Черкесова, был установлен нормальный стратиграфический разрез. Основой для расчленения служили литологические комплексы пород, которые объединялись в свиты различного местного названия. Таким образом, были установлены: верхленская свита, относимая к верхнему кембрию; усть-кутский ярус или, вернее, свита, сейчас относимая к нижнему силуру; макаровский и криволудские ярусы или свиты, последние с фауной трилобитов, ортид и ортоцератид. В последние годы район рр. Лены и Киренги пересечен рядом маршрутов В. В. Домбровского, М. М. Лаврова, И. И. Катусенка и т. д. Район, предлагаемый вниманию читателя, располагается близ так называемого Байкальского нагорья или, вернее, Байкальской горной страны. Он пересечен В. В. Домбровским в 1934 г. по рр. Киренге, Улькану и Кунерме, но отчетливого представления о геологии этого участка от этого маршрута не получилось, как в смысле стратиграфическом, так и тектоническом. По рр. Киренге и Окунайке поднимался также П. И. Преображенский, из описания маршрута которого можно почерпнуть лишь беглые географические сведения. Поэтому район можно считать очень слабо освещенным геологически и топографически, так как карт почти нет. При наших исследованиях мы вели глазомерную съемку в масштабе 1:50 000, причем пройденные нами маршруты привязаны или к маршрутным инструментальным ходам, или к астропунктам. Но так как наши маршруты находятся на значительных расстояниях друг от друга, геологическая карта является очень схематической, почему ее масштаб сведен к 1:1 000 000. Пройдя по рр. Кунерме, Умбелле, Улькану, Киренге и Окунайке, мы дважды пересекли складчатый участок предгорий горной страны. Восточнее по р. Кунерме располагается площадь, закартированная М. М. Тетяевым в 1914 г. уже в кристаллических породах, касаться которой мы сейчас не будем.

¹ Я. Я. Яржемский (1938) предполагает совершенно иной генезис огнеупорных глин: аркозовые отложения юры, выветриваясь, давали „массу каолинизированного материала“, который отлагался и накапливался в пониженных частях, а частью вмывался в нижние горизонты и отлагался под юрой. Если и можно принять эту гипотезу, то только для глин, связанных с юрскими осадками, а не с доюрскими.

1. Фация среднего кембрия

Средний кембрий Приангарья и всей Ленской платформы слагается известняками и доломитами. Так как известняки и доломиты являются большей частью фациями открытого моря, принято считать породы среднего кембрия Восточной Сибири за отложения хотя и эпиконтинентального, но открытого моря.

Такое мнение, мне кажется, не совсем правильно. Более детальное описание пород среднего кембрия можно найти выше. Здесь мы остановимся лишь на некоторых новых примерах и основных выводах. Изучая различные брекчии известняков и доломитов, я прихожу к выводу, что в основном среднекембрийское море было не только мелководным, но и состояло из лагун с временно усыхавшими берегами. Колебания берегов лагун и изменение формы бассейнов происходили чрезвычайно быстро и часто. Такой режим создавал условия для отложения не только известняков (главным образом, химического и бактериального происхождения) и доломитов, но также гипсов и гипсовых доломитов — осадков типичных лагун. Места усыхания характеризуются трещинами усыхания. Такой режим характерен в особенности для нижней и верхней частей среднего кембрия, в то время как срединная часть характеризуется более открытым морем, в котором могли жить трилобиты.

Совершая экскурсию в 1936 г. в районе р. Киренги и ее притока, р. Окунайки, я еще раз убедился в правильности моих выводов и нашел дополнительные факты в пользу высказанного мнения о мелководности среднего кембрия Восточной Сибири. К северу среднекембрийское море, по данным других исследователей, имеет тенденцию к углублению. Но для р. Киренги, где выходят, главным образом, верхние горизонты среднего кембрия, я этого сказать не могу. Наиболее низкие горизонты среднего кембрия я видел на р. Киренге у утеса Зменная гора, где в крутом антиклинале северо-восточного простирания выходят пласты известняков и доломитов. Западное крыло падает на ЮЗ 240° , $\angle 65^\circ$. Слагается это крыло снизу вверх массивными серыми доломитами с „кустикками“ *Collenia Umbella*, n. sp. (синезеленой водорослью).

Выше массивные темносерые и доломитовые известняки перемежаются со светлыми плитчатыми разностями и со светлыми мергелями. В темносерых, почти черных, известняках наблюдается оригинальное пятнистое окремнение в виде неправильных извивающихся пятен (фото-табл. XV, рис. 1). В других же пластах встречаются отдельные округлые и неправильные черные желваки и линзы кремня, характерные для среднего кембрия.

Остатки синезеленых водорослей (*Collenia*) говорят о мелководном режиме бассейна, тождественном или близком, как увидим ниже, к режиму среднего кембрия р. Ангары. Можно лишь заметить, что богатая флора свидетельствует о несколько более чистой воде. Единственно, что говорит о более нормальном морском режиме — это слабая магнетизмность известняков.

Приближаясь к Байкальской горной стране вверх по р. Окунайке, я не нашел особых изменений в фациях среднего кембрия. Те же типичные доломито-известняки с большим количеством брекчий прослеживаются на восток до самых гольцов. Доломиты и известняки, сильно перекристаллизованные, не дают возможности расшифровать их первоначальную структуру, так же как карстовые и вторичные брекчии. Но некоторые найденные брекчии дают хорошую иллюстрацию типичной для среднего кембрия сингенетической породы.

Образец № 43-а доломитовой брекчии из большого обнажения на р. Окунайке слагается из более темных обломков и светлосерого цемента. Обломки слегка окатаны, резкие углы встречаются не часто. Между крупными обломками, величиной от 0.5 до 1 см, находятся

и мелкие, более угловатые, но и среди последних попадаются окатанные галечки. Вся порода пронизана тонкими кальцитовыми жилками, проходящими и через обломки и через цемент. В связи с этим брекчия обладает обломками, как бы расколотыми на ряд неразъединенных кусков. Под микроскопом видно, что перекристаллизация в породе достигла такой степени, при которой трудно заметить обломки в массе вторичного карбоната. Все же, несмотря на вторичные процессы, можно думать, что первоначальная порода, повидимому, была осадочной брекчией (табл. XV, фиг. 2).

Другой образец брекчии № 44-а (фото-табл. XIV) имеет разнородный состав обломков и значительно меньшее количество цемента. Среди обломков преобладают кусочки серого и темносерого афанитового известняка, хорошо вскипающего с HCl. Более редки обломки светлого доломита, иногда желтоватого, иногда слоистого, изредка оолитового. Обломки частично окатаны, местами плотно прилегают друг к другу и цементируются вторичным кальцитом. Величина их варьирует от 2—3 до 30 мм. Расположение обломков беспорядочное, что легко заметить в слоистых кусочках. Цементом служил, повидимому, мелкий детритус, сохранившийся пятнами в некоторых местах. Растворы во время вторичных процессов отлагали по трещинкам белый вторичный кальцит, несильно видоизменивший породу. Некоторая окатанность обломков, разный петрографический состав их, включая оолитовые разности, говорят об осадочном происхождении этой брекчии в результате накопления близ разрушавшегося берега из твердых карбонатных пород.

Под микроскопом угловатые обломки различных известняков цементированы мелким темным разнозернистым карбонатным материалом с редкими зернами кварца. Среди крупных обломков выделяются по своей структуре крупно- и мелкозернистые нацело перекристаллизованные доломиты, доломиты со следами ячеистой структуры и следами *Nubecularites* sp. и, наконец, обломки строматолитов. Часто обломки тесно прижаты друг к другу, иногда наблюдается расплывчатость внешней границы обломка, но обычно последняя резка. В одном обломке встречен *Nubecularites polymorphus* Masl., описанный из среднего кембрия Прииркутья (нижние горизонты). Также часты обломки карбонатной породы, в которую равномерно вкраплены многочисленные мелкие темные сферы и эллипсоиды, сложенные темным тонкозернистым кальцитом. Оолитового строения в этих образованиях мы не наблюдали.

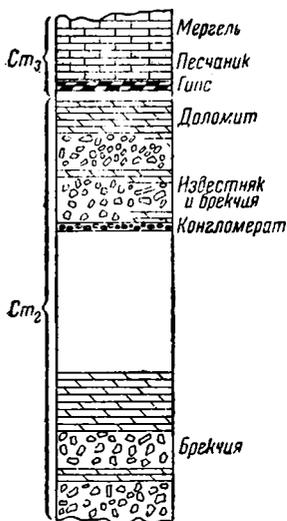
С другой стороны, химические анализы показали, что магнизиальность пород значительно ниже, чем в обычных среднекембрийских доломитах. Большинство анализов показало, что породы являются довольно чистыми известняками (табл. 5).

Таблица 5

№ образца	Местонахождение	Нерастворимый остаток	R ₂ O ₃	CaO	MgO	CaCO ₃	MgCO ₃	Сумма
39-а	Обн. № 39, Змеинья гора на р. Киренге	0.68	0.28	44.88	8.94	80.09	18.69	99.74
39	То же	1.21	0.24	54.46	0.36	97.21	0.76	99.41
39-с	"	20.25	1.09	24.36	16.38	43.47	34.26	99.07
39	"	0.79	0.16	54.39	0.54	97.07	1.12	99.14
35	Обн. № 36, р. Улькан, устье	0.76	0.12	53.51	1.27	95.49	2.67	99.04
35	Обн. № 42, р. Умбелла, устье	2.15	0.28	53.68	0.53	95.80	1.11	99.34
35	То же	94.44	1.56	2.08	0.16	3.72	0.35	100.07

Примечание. Образцы обн. № 42 представлены брекчиями, одна из которых изображена на фото-табл. XIII.

Проанализированные образцы взяты из трех выходов среднего кембрия на р. Киренге близ устья р. Улькана и близ устья р. Умбелла. Из семи образцов два дали большое количество окиси магния и один оказался окремненным нацело. Остальные образцы имели окиси магния и нерастворимого остатка менее 1.5%. Таким образом, эти известняки по химическому составу вполне пригодны для цементного производства.



Фиг. 30. Разрез перехода среднего кембрия в верхний на р. Киренге.

Эта малая магнезиальность говорит, может быть, за то, что в данном районе мы имели дело с осадками более открытого и нормального бассейна, чем в районе р. Ангары. Отдельные же пласты доломитов и брекчий указывают, что характер всей толщи не изменился, что колебания дна и смены фаций происходили и здесь так же, как на юго-западе.

Интересная картина наблюдается при переходе от среднего кембрия к верхнему. Этот переход можно видеть около д. Ключи на правом берегу р. Киренги. Здесь в обрывах антиклинала в среднекембрийских доломито-известняках выходят мощные брекчий эпигенетического происхождения, на которых лежат светлые доломиты и доломитовые мергели, местами сильно окремненные (фото-табл. XV, рис. 1). Окремнение выражается в полном замещении карбонатной породы мелкозернистой кварцевой массой.

На южном борту этого антиклинала на доломитах и мергелях после небольшого перерыва залегают (фиг. 30) (снизу вверх):

1. Розовый мелкогалечный конгломерат с галечками кварца и кремня с падением ЮВ 140°, \angle 30°. Под микроскопом среди зерен кварца, известняка и кремня встречаются мелкие оолиты. Цементом служит кремнь 0.2 м
2. Розовый рыхлый конгломерат, переходящий в доломитовый мергель и в кремнисто-известковую брекчию. Обломки в брекчии являются или окремневшими известняками и доломитами нижележащих пород, или светлыми доломитами и известняками. Окатанность обломков ничтожна Около 2 м
3. Белые и розоватые мучнистые песчанистые рыхлые известняки, повидимому, вторичные. Примесь песка значительная. Зерна кварца и кремня хорошо окатаны. Первичный мелкозернистый карбонатный материал замещается вторичным очень крупнокристаллическим карбонатом мостовидной структуры. Зерна последнего обычно имеют вид многоугольников и включают мелкие зернышки — остатки первичного цемента. Среди известняков остатки гипса Около 10 м
4. Доломиты и доломитовые мергели, местами окремненные, и брекчии их Около 20 м

Выше, через некоторый перерыв, залегают гипсы и красные глины верхоленской свиты.

Из этого обнажения отчетливо выявляется, что конгломераты и брекчии образовались из кремней, окремненных карбонатных пород и самих карбонатных пород. Размыв происходил недалеко. Подчеркнем еще раз, что окремнение среднекембрийских карбонатных пород превращает породу в кремнь, состоящий из мелкозернистого кварца светложелтого цвета (под микроскопом). В этих окремненных породах часто можно заметить отчетливую слоистость.

Вторичные процессы в этом обнажении, кроме окремнения, производят оригинальную кальцитизацию карбонатных пород, повидимому, под влиянием растворов гипса, протекающих сверху. В результате карбонатная порода приобретает белый мучнистый вид и становится как бы рассыпчатой.

2. Фаши нижнего силура

Верхний кембрий (условный), представленный чрезвычайно выдержанной свитой красных мергелей, глин и редко песчаников, на р. Лене называется верхоленской свитой, а на р. Ангаре — балаганской. Фашиально от р. Ангары до р. Киренги эта свита очень хорошо выдерживается, меняясь лишь в мощности. На описании этой свиты мы останавливаться не будем, а перейдем к условному нижнему силуру, к так называемой усть-кутской свите. Переход от верхоленской свиты к нижнему силуру мы наблюдали на р. Окунайке у подножья горы Тупица.

Ниже даем краткое описание пород из этого обнажения.

Обнажение № 46. Утес на левом берегу р. Окунайки у северного основания горы Тупица. У воды выходят снизу вверх:

1. Красные тонкоплитчатые мергели с падением ЮЗ 260°, \angle 18° 4 м
2. Красные оолитовые известняки (макроскопически похожие на песчаники) с волноприбойными знаками, косой слоистостью, прослойками и гальками мергелей. На поверхности наслоения встречаются глинистые бугры вспучивания до 5 см вышины. Происхождение этих бугров, вероятно всего, обязано оплыванию илстого осадка на дне водоема (фото-табл. XVI) 5 м
3. Красная глина 2 м
4. Светлосерые и темносерые известняки с волноприбойными знаками. В них встречаются прослойки с включением галек зеленых мергелей; видимая мощность . 20 м

Под микроскопом пласт 1-й слагается темнокрасным глинисто-железистым тонкозернистым материалом с примесью отдельных зерен песка и карбоната (доломита?). Таким образом, эту породу можно назвать красным железистым песчано-доломитовым мергелем.

Пласт 2-й слагается мелкими ожелезненными оолитами. В центре последних всегда находится или песчинка кварца, или зерно карбоната. Ожелезнение оолитов происходит по слоям и по радиусу. Форма их близка к шару, округлая, часто неправильная, но всегда близкая к эллипсоиду вращения. Цемент карбонатный, в нем встречаются отдельные окатанные песчинки кварца.

Пласт 4-й является перекристаллизованным оолитовым известняком, в котором оолиты различимы лишь с трудом и макроскопически совершенно не обнаруживаются.

Стратиграфически выше известняки в своем составе включают пласты, переполненные водорослями *Collenia okunaika* n. sp.,¹ а также брекчиевидные известняки.

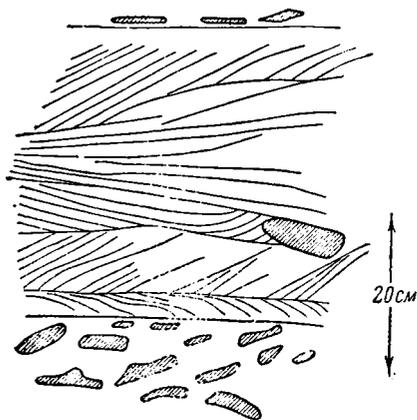
Изучение косой слоистости оолитовых песчаных известняков свидетельствует о прибрежном образовании осадка действием воды. Плохо окатанные гальки красных мергелей, включенные в этот осадок, говорят о близком расположении берега, сложенного верхоленскими красными мергелями. Косая слоистость, образованная оолитовыми песчаными известняками, характерна отсутствием параллельных отграничивающих горизонтальных слоев в виде кровли и почвы, хорошей сортировкой материала, небольшой мощностью (от 2 до 10 см) серий с одинаковой слоистостью, пологим углом наклона, направлением последнего в разные стороны. Согласно Ю. А. Жемчужникову (1926), все эти данные, так же как и присутствие волноприбойных знаков, говорят о прибрежно-морском генезисе осадка (фиг. 31).

Оолитовые известняки, состоящие из мелких оолитов, почти целиком слагают карбонатную толщу Усть-Кута на р. Окунайке. Они являются характерной породой нижнего силура Приленского края. В среднем кембрии таких красных оолитовых известняков не было встречено, так же как и в нижнем кембрии, где оолиты имеют совершенно другой характер.

¹ Описана мною в статье „Род *Collenia*“. Проблемы палеонтологии, 1939, V.

Выше известняковой оолитовой фации с водорослями залегает мощная толща (около 300 м) красных песчаников. Общий характер этой толщи, так же как и вышеописанной известняковой, заставил меня отнести эти породы к усть-кутской свите нижнего силура. При этом нижние мергели нашего обнажения № 46 относятся к верхоленской свите верхнего кембрия.

Итак, перейдем к верхней части усть-кутской свиты, состоящей из красных песчаников с косою слоистостью, трещинами высыхания, волноприбойными знаками и мелкогалечными конгломератами.



Фиг. 31. Косая слоистость в оолитовых известняках нижнего силура на р. Окунайке.

и, может быть, в некоторых случаях за дельтовое. Весьма возможно, что прибрежная фация в нижнем силуре постепенно сменялась в данном районе континентальной.

Под микроскопом различаются две петрографические разности, близкие между собой. Одна из них, разнозернистая, включает много галек кремней, другая — среднезернистая, с лучшей сортировкой, но худшей окаткой, содержит кремней меньше. В этих песчаниках красная окраска обусловлена железистыми включениями и тонкими корочками гематита вокруг первичных зерен. Эти первичные зерна обладают весьма совершенной окатанностью, но сейчас в кварцевых зернах происходит обычный процесс перерастания кристаллом своих первоначальных очертаний, и зерно в поляризованном свете принимает неправильные контуры. Цементом служит тот же вторичный кварц или мелкий кварцевый материал (фого-табл. XVII, рис. 1 и 2).

Из этого описания мы можем вывести интересные заключения о кластическом материале песчаников. Мы видели, что значительным процентом в их состав входят зерна желтоватых кремней, иногда слоистых. Их внутреннее строение, а также внешний светлый вид говорят о полном тождестве с кремненными породами среднего кембрия, описанными выше при разборе обнажения у с. Ключи. Таким образом, мы можем заключить, что при образовании мощных красных песчаников нижнего силура возможно размывались породы среднего кембрия.

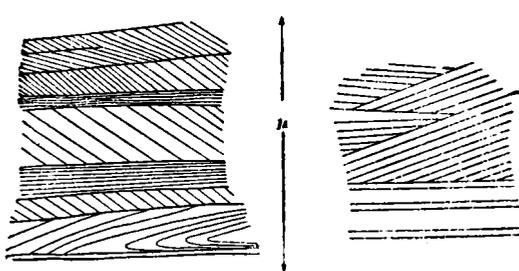
Рассмотрение косою слоистости здесь дает другие результаты. Здесь наблюдаются характерные кровля и постель, в виде параллельных горизонтальных слоев, и косые слои в одной серии более или менее параллельные и чаще прямолинейные. В кровле резкое несогласие, мощность серий невелика (от 10 до 50 см), углы наклона невелики, около 20°. Преобладает направление в одну сторону, но иногда оно сменяется на обратное. Слоистость определяется степенью окраски и реже величиной зерна. Сортировка грубая, так как песчаники разнозернистые. Величина зерна в одном и том же слое изменяется очень резко (фиг. 32 и 33).

Все эти признаки говорят скорее в пользу речного происхождения песчаников и, может быть, в некоторых случаях за дельтовое.

Весьма возможно, что прибрежная фация в нижнем силуре постепенно сменялась в данном районе континентальной.

Под микроскопом различаются две петрографические разности, близкие между собой. Одна из них, разнозернистая, включает много галек кремней, другая — среднезернистая, с лучшей сортировкой, но худшей окаткой, содержит кремней меньше.

В этих песчаниках красная окраска обусловлена железистыми включениями и тонкими корочками гематита вокруг первичных зерен.



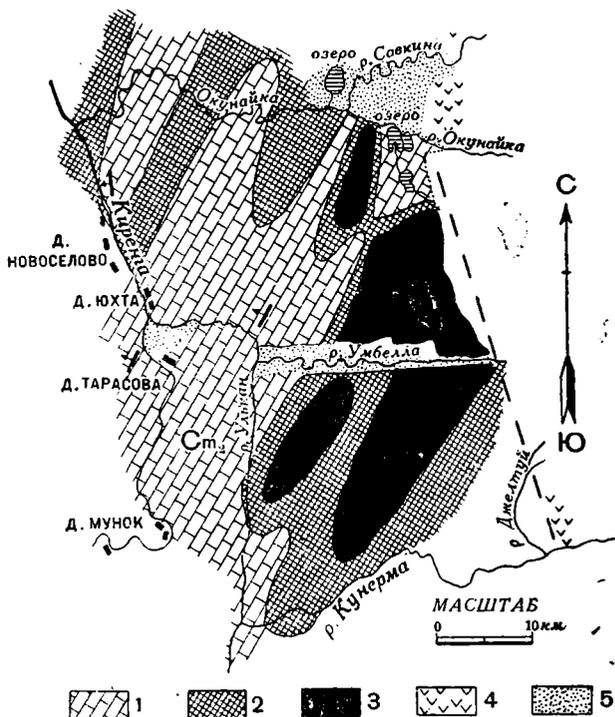
Фиг. 32 и 33. Косая слоистость в песчаниках нижнего силура. Фиг. 33 — натур. величина.

Песчаниками нижнего силура венчается наш разрез нижнего палеозоя в районе р. Киренги. Перейдем теперь к рассмотрению тектоники этих пород.

3. Тектоника нижнего палеозоя в районе р. Киренги и предгорий Байкальской горной страны

Описываемый район можно характеризовать как область затухающей к западу складчатости северо-восточного простирания. Эта складчатость захватывает весь нижний палеозой и рисуется в виде ряда узких и довольно крутых антиклиналов северо-восточного простирания (фиг. 34). Р. Киренга сечет эти антиклиналы наискось и обнажает средний кембрий, иногда с крутыми наклонными пластами. В синклиналах залегает верхоленская свита и на хр. Сурьнда-Тупица — устькутская свита. Сравнительно пологие и широкие синклиналы осложняются мелкими разрывами. Антиклиналы также иногда усложняются мелкими вторичными складками (фиг. 35), как это наблюдалось мною в обнажении ниже г. Ключи на левом берегу р. Киренги (так называемый утес „у Солоного“).

В нижнем силуре также наблюдались мелкие подвижки в виде надвига. В обнажении № 46, описанном выше, в известняках, падающих на ЮЗ 260° , $\angle 18^\circ$, мною зарисованы разрывы надвигового типа (фиг. 36), со сминанием двигавшихся пластов по трещине разрыва (фиг. 37). В правой же стороне обнажения виден небольшой сброс с амплитудой всего в 5—6 м, что отчетливо заметно по маркирующему пласту красного мергеля. Сброс этот, вероятно, является результатом осложнения того же надвигового процесса. Последний же надо рассматривать как выражение складчатости, осложняющейся в менее пластичных участках.



Фиг. 34. Геологическая схема района среднего течения р. Киренги:

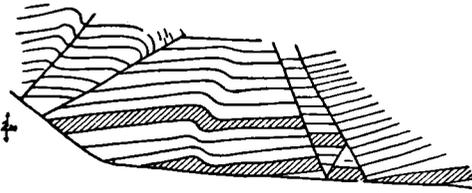
1 — средний кембрий; 2 — верхний кембрий; 3 — нижний силур; 4 — порфир; 5 — аллювий.



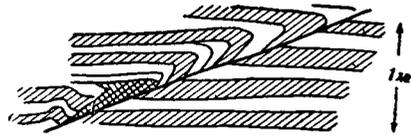
Фиг. 35. Мелкие складки в доломито-известняках р. Киренги близ с. Ключи.

Мне не удалось видеть контакта осадочных пород с кристаллическими породами горной страны. На р. Окунайке доломиты среднего кембрия, выходящие на озере Дургань и близ него, сменяются у подножий гольцов порфирами. Большая часть поверхности здесь занята ледниковыми отложениями, и, при моих беглых исследованиях, найти

контакт мне не пришлось. На р. Куерме наблюдается такая же картина, лишь большее количество ледникового материала не позволяет видеть порфиры и средний кембрий вблизи. По свидетельству В. В. Домбровского, на р. Джелтуе он наблюдал нижний кембрий и протерозой. Но я на этой речке не был, и взаимоотношения последних с кристаллической свитой и с интрузивными породами остались для меня неясными.



Фиг. 36. Дислокации в нижнем силуре и верхней части верхнего кембрия на р. Окунайке. Заштрихованы пласты красного мергеля и аргилита.



Фиг. 37. Деталь обнажения, изображенного на фиг. 36.

4. Выводы

Исходя из приведенных фактов, можно считать возраст складчатости северо-западного Прибайкалья посленижнесилурийским, т. е., вероятно, каледонским, как это предполагалось ранее М. М. Тетяевым. Каледонский возраст складчатости хорошо датируется усть-кутской свитой на р. Окунайке и Умбелла — наиболее восточные точки нижнего силура в Прибайкалье и наиболее близкие к оз. Байкал.

Эта каледонская складчатость срезается под углом областью распространения кристаллических пород. Последние также смяты в складки северо-восточного простирания. Таким образом, срезание складок нижнего палеозоя можно объяснить как результат сбросового разрыва и поднятия в виде горста горной страны, сложенной кристаллическими сланцами и интрузивными породами. Этому представлению не противоречит находение В. В. Домбровским в одной точке нормально залегающих нижних горизонтов палеозоя, так как они также могут участвовать в радиальном перемещении уже складчатого каледонского комплекса. Возможно, что указанные выше порфиры прорывают всю складчатую систему в месте ненормального контакта, как это принимает Е. В. Павловский для более южного района (1936).

Интересно отметить, что галечки кремней в нижнем силуре, может быть, являются намеком на то, что средний кембрий восточнее р. Киренги был сбнажен и размывался во время нижнего силура на востоке. В особенности поражает огромное количество кремневого материала в нижнем силуре в усть-кутской свите, мощность которой у хребта Сурынды-Тупица превышает 300 м. Правда, такой же кремневый материал могут дать окремелые разности известняков улунтуйской свиты, но мы видели ранее, что локальные перерывы характерны для среднего кембрия и что мощность улунтуйской свиты невелика.

Кроме того, чтобы обнажить последнюю, нужно было смыть весь средний и нижний кембрий. Мощность последних превышает 1500 м. Для предположения складчатых процессов между средним кембрием и верхним кембрием у нас нет абсолютно никаких данных. Фации среднего и верхнего кембрия около Прибайкальской горной страны не отличаются ничем от их фаций на платформе. Поэтому наиболее логичным мы считаем предположение об эпейрогеническом движении части Прибайкалья, выходе среднего кембрия на поверхность и его размыве в течение всего нижнего силура. Локальные же его размывы происходили и в течение самого отложения среднекембрийской доломитовой толщи.

Еще два слова о перспективах добычи каменной соли. Сейчас соль вываривается в нескольких точках — местах выхода рассолов из антиклиналов среднего кембрия. Самые известные — это соляные лужи в устье р. Умбеллы и соляные ключи рядом с д. Ключи, на р. Киренге, немного севернее участка, показанного на фиг. 34.

Судя по тектонике, которую можно видеть на р. Киренге, в некоторых местах выходят средние горизонты среднего кембрия, что обещает дать значительное сокращение метража при бурении на каменную соль в нижних горизонтах последнего. Мы не учитываем совершенно тех возможных соляных куполов, которые образуются при сильных тангенциальных давлениях. Таким образом, в случае прохождения в данном районе железной дороги будет рационально ставить детальные поисковые работы и на их основе разведки каменной соли. Район в этом отношении надо признать благоприятным.

Степень раздробленности среднего кембрия и карстовые явления, которые наблюдаются в районе р. Киренги, заставляют критически и даже пессимистически относиться к проходке шахты. Но в случае нахождения куполов с близким залеганием соли вопрос сильно меняется и потребует особого и детального обсуждения.

Доломиты и известняки среднего кембрия данного района частично были подвергнуты химическому анализу. Результаты оказались весьма благоприятными для использования их в качестве цементного сырья. Поиски цементного сырья в Ангарском районе в течение нескольких лет не дали вполне удовлетворительных результатов, из-за сильной магнезиальности среднекембрийской карбонатной толщи. Таким образом, наши анализы обнадеживают в смысле возможности постройки цементного завода в районе р. Киренги при проведении линии железной дороги. Для того чтобы значение этого вывода было ясно, сделаем краткий обзор производившихся в крае работ.

5. К вопросу о цементном сырье

За последние годы с особой остротой ставится вопрос о сырье для производства портланд-цемента для постройки промышленных предприятий в районе гг. Черемхово—Иркутск, а также гидроэлектростановок на р. Ангаре в этом же районе. Поиски этого сырья производились с 1929 г. В этом же году инж. Бутырин делал специальные поездки с этой целью, правда, в пределах Бурят-Монгольской автономной республики.

Об интересующем нас районе мы находим в его отчете лишь посещение им пади Большой Кадильной на оз. Байкал. В том же году, с теми же целями б. Геологическим комитетом была послана партия, во главе с инж. Л. Н. Балавинским, в район оз. Байкал, р. Ангары и г. Черемхова. Эта партия, в постоянном контакте с лабораторией, опробовала докембрийские известняки р. Слюдянки, улунтуйские известняки пади Малой Кадильной, среднекембрийские доломиты р. Унги и т. д. В результате работ химически чистых кальцитов р. Слюдянки оказалось слишком мало по запасам, несмотря на обилие и большую мощность карбонатных, главным образом, магнезиальных пород. Падь Малая Кадильная, несмотря на присутствие там достаточно чистых известняков, была признана неудобной для эксплуатации из-за сезонных путей сообщения (оз. Байкал), отсутствия возможности проведения туда каких-либо путей и необходимости постройки мола, гавани и т. д., что ложилось на себестоимость цемента. Но, по заключению Л. Н. Балавинского, получение достаточных запасов как известняков, так и глинистой прибавки из местных же аргиллитов вполне возможно, насколько можно судить по рекогносцировочному исследованию.

На р. Унге, по заявке местного работника Ф. Гаврилова, Л. Н. Балавинским была поставлена легкая разведка. Породы, которые были указаны

Ф. Гавриловым, оказались вторичным известняком с ничтожными запасами среди доломитов. Но здесь же Л. Н. Балавинским были найдены мергели в переходном литологическом горизонте верхнего кембрия на границе со средним кембрием (так называемый залмановский литологический горизонт). Эти красноцветные мергели 15 м мощности были опробованы, причем оказалось, что содержание магнезия в них несколько превышает требуемую для портланд-цемента норму. Этот пункт, удобный в смысле транспорта (на Сибирской магистрали), также оказался непригодным.

В 1928 г. нами исследовались по другим заданиям и другими методами карбонатные породы среднего кембрия района Иркутск—Черемхово. В 1929—1930 гг., совместно с Л. Н. Балавинским, была произведена камеральная ревизия этих материалов с целью подыскания точек с чистыми известняками для дальнейшего их изучения. Из детальных разрезов, собранных по рр. Иркуту, Китою, Белой, Ангаре, выяснилось, что имеются отдельные пласты известняков среди доломитов по р. Иркуту около классического разреза среднего кембрия у с. Введенского. В 1930 г. здесь ВСГРТ поставил разведку, которая за два года (1930 и 1931 гг.) обнаружила около 5 млн. т известняков и около 10 млн. т глин. Но оказалось также, что: 1) линзообразные пласты известняков, залегающие с углом от 30 до 40°, перекрываются доломитами; 2) имеют максимумную мощность от 1 до 15 м; 3) требуют вскрыши плотных доломитов, возрастающей с глубиной; 4) участки, возможные для эксплуатации, разбросаны на пространстве около 8 км и 5) требуется железнодорожная ветка длиной в 20 км. Проектирующими организациями это месторождение было признано неблагоприятным, и в момент разведок была послана подпартия в район ст. Заиграево Забайкальской жел. дор. Все эти работы велись Я. Я. Яржемским. В 18 км от ст. Заиграево и в 12 км от линии железной дороги были обнаружены кристаллические известняки, подготовлявшиеся к эксплуатации для цементного завода, существовавшего около вышеупомянутой станции до революции. Повидимому, подготовлялся также узкоколейный путь от завода до месторождения. Известняки этого последнего у Татарского ключа оказались исключительно чистыми, и в том же 1931 г. здесь было поставлено опробование и затем разведка.

Этими работами был установлен запас в 15 млн. т чистых известняков, залегающих исключительно благоприятно для эксплуатации. Известняки — белые мраморы — являются крупным ксенолитом в граните и пересечены в двух местах мощными жилами того же гранита. Четвертичных отложений на известковом хребте почти нет, так что массив известняков представляет собой скалистый хребетик, разделяющий две пади, из которых северная и называется Татарским ключом. Эксплоатация открытым карьером возможна в крупных масштабах с вывозом из карьера добытых известняков на три стороны.

Труднее обстояло дело с глинами, которых вблизи оказалось мало и они были плохого качества, так как крупных рек вблизи нет, а окружающие граниты дают, главным образом, пески. Таким образом, это месторождение неблагоприятно в отношении глин и отсутствия воды и железнодорожной ветки (длиной в 12 км) до магистрали.

Кроме этих обследованных месторождений, вблизи железной дороги известны камышетско-нижнеудинские известняки, повидимому, достаточно чистые, но недостаточно опробованные. Еще далее на запад у с. Торгашина находится также известное Красноярское месторождение с огромными запасами чистых известняков.

Эти две западные точки не рассматривались восточносибирскими проектирующими организациями, в виду значительной удаленности от потребляющего района и направления вывоза цемента в сторону главного грузового потока с запада на восток.

Месторождения известняков и доломитов пади Малой Кадильной в 1933 г. исследовались партией Проектно-исследовательского бюро Московского нефтяного института с целью подыскания химически чистых известняков для производства карбид кальция. Эта партия установила непригодность известняков для этих целей, в виду относительно большого количества фосфора. Известняков же, пригодных для цементного производства, оказалось значительное количество, но работа была проведена таким образом, что подсчета хотя бы геологических запасов произвести нельзя. Все же мы теперь знаем, что: 1) чистых известняков больше в верхней части, 2) пласты известняков чередуются с доломитами, 3) сложная тектоника очень затрудняет решение вопроса о предварительном заключении и 4) максимально мощный пласт известняка достигает, возможно, 50 м. Последнее утверждение гипотетично, так как пласт по мощности недостаточно опробован и в нем возможно пропластки доломита. Таким образом, геология этого месторождения относительно сложна, и может оказаться сложной и сама эксплуатация.

Для освещения цементного сырья Малой Кадильной пади необходима специальная геологоразведочная партия на целый летний сезон с заданием подыскать достаточные запасы как известковых, так и глинистых пород. До того как послать эту партию, необходимо предварительно решить вопрос о постройке гавани и способе перевозки цемента или сырья к железной дороге. Нужно сказать, что площадки, удобной для большого завода, у пади Малой Кадильной нет. Поэтому следует разработать вариант завода на р. Ангаре, около глин, с подвозом известкового сырья из Малой Кадильной пади.

Наконец, в районе с. Посольска, близ железной дороги, в последние годы найдены и разведаны кристаллические известняки типа заиграевских.¹

Таким образом, из этого краткого обзора явствует, что западнее оз. Байкал удобных точек для цементного завода ближе Красноярского района нет. При постройке новой железной дороги от ст. Тайшет на восток, первоначально придется возить цемент или из Красноярска, или из Забайкалья; но когда трасса железной дороги пересечет р. Лену, путь цемента будет очень длинным, и как для местного строительства, так и для постройки железной дороги рационально будет построить цементный завод на местном сырье. Такими наиболее приближенными точками к линии предполагаемой трассы будут среднекембрийские известняки на р. Киренге от с. Ключи до с. Тарасова. Наиболее подробно исследованной точкой является Змеиная гора на правом берегу р. Киренги выше устья р. Окунайки. Анализы этих известняков приведены в табл. 5. Вполне удовлетворительная магнезиальность двух пластов из четырех, подвергнутых химическому анализу, позволяет говорить о возможности нахождения пригодных месторождений для производства портланд-цемента. Конечно, случайные образцы без хотя бы предварительного опробования не позволяют говорить об удобных месторождениях с достаточными запасами, но исследование с этой точки зрения среднего кембрия в районе р. Киренги мы должны поставить в порядок дня. Может быть, такими удобными объектами эксплуатации будут являться карбонатные брекчии (анализ 6). Последние под влиянием вторичных процессов легко раздоломичиваются, но так же легко окремневают. Дальнейшее литологическое исследование карбонатных пород этого района с этой точки зрения является задачей позднейших исследований.

¹ Точных данных об этих разведках у меня нет.

LITHOLOGICAL FEATURES OF THE MIDDLE CAMBRIAN ON THE
ANGARA RIVER

Summary

On the basis of a study of the Middle Cambrian dolomite-limestone series of the Angara River (East Siberia), the author gives a description of original rocks encountered in this series, and offers hypotheses as to the origin of some of the rocks. A brief stratigraphical review of the Middle Cambrian is followed by one concerned with primary sedimentary rocks, among which the author distinguishes dolomites, dolomitic limestones, and marls. The nature of these rocks, the occasional presence of fissures of drying, stromalites, fine-pebbly conglomerates are evidence in favour of the shallow-water conditions of formation of the majority of rocks, sometimes alternating with more deep-water dolomites with remains of trilobites.

The author admits that some flints may have been formed on the silty bottom, since due to the later movements of water these cherts were broken into pieces and sometimes slightly waterworn. To the same syngenetic breccias the author refers some breccias in which „waterworn fragments“ are rarely observed (Pl. X, Fig. I).

The original rocks composed of queer-shaped small pebbles are referred by the author to algal or bacterial concretions (Pl. XI, Fig. 3, and Pl. II, Fig. I). Then follows a more detailed description of the breccias of a subaqueous-slide origin, some specific features being established, distinguishing these breccias from others. Thus, e. g. in the upper portions of the subaqueous slide, where the sediment was plastic, the strata are crumpled and gradually pass one into another; while where the sediment was a silt, there was a gradual passage of the strata, and evidence of disturbances is lacking. Such breccias are shown in Pl. IV, V, VI.

Further on the author proceeds to secondary rocks and concretion describing sink-hole breccias, tectonic breccias, dolomitization, calcitization and silicification. Pseudomorphs of calcite after gypsum produce peculiar lamellae in dolomites, which in the section resemble the letter X or Y.

Among the flints of a secondary origin the author distinguishes the gradual silicification of dolomite, cherty concretions of different shapes: spherical, lenticular, irregularly lenticular, etc. Some of these flint concretions, especially in the upper part of the Middle Cambrian series, have the appearance of agate banded vugs of a whitish or yellowish colour. Most flints belong to silicites. In explaining the genesis of the rocks, the author assumes for the majority of dolomitic sediments a chemical origin, with the exception of some rocks of a possible algal genesis and of clastic rocks. The presence of water fauna, in addition to dolomites of peculiar presumably algal structure, is pointed out by stromatolites of the *Collenia undosa* Wal. type. The latter form markers in the upper portion of the Middle Cambrian. The source of the large quantity of transported silica is sought by the author in the higher lying Jurassic rocks and mainly in the upper marl horizons, whence the leached out silica descended and was deposited in the form of concretions or imbibed the whole rock. This hypothesis is supported by the presence of kaolin deposits in erosive depressions and in sink-holes on the surface of dolomite-limestones. The age of these argillaceous rocks with an eluvium of Middle Cambrian flints is a pre-Jurassic one. The subsequent re-washing produced bed-like lenses of refractory clay in the lower portion of the Jurassic deposits and even in Quaternary terraces.

On the basis of chemical analyses cited in the work of Yarzhemsky, dealing with the study of drill-hole cores, as well as of analyses which were at the author's disposal, columns were constructed almost through the whole series of dolomite-limestones of the Middle Cambrian of the

Angara River. In these columns, on one side was plotted the percentage of MgO, and on the other, the percentage of insoluble residue; while along the vertical the thickness of the analysed bed was plotted. As a result of this, columns were obtained, illustrating the quantitative magnesium and silicium content in the rock, as there is little clayey material in dolomites. This chemical and general lithological characteristic permitted to subdivide the column into four zones in the lower part of Cm₂ (Fig. 10). Below there is the zone of lagoonal deposits, succeeded by an open sea facies. The subsequent zone is composed of an alternation of dolomites, marls and sandstones. This facies gradually passes into deeper-water annelide dolomites of the upper part of the column. Judging by the drill-holes in higher horizons, the facial variability of the rocks is very great and, therefore, it is not possible to construct the general detailed lithological column for the whole region.

The author collected 462 chemical analyses from the same Middle Cambrian formation and calculated the average content of magnesia and insoluble residue. As a result the following table has been obtained.

Table 6

Average values	CaCO ₃	MgCO ₃	Insoluble residue	Dolomite	Excess of CaCO ₃	Percent of dolomitization with respect to carbonates
For the whole of the Middle Cambrian . . .	58.6	32.7	9	70.61	20.39	77.6
For Cm ₂ ³	55.3	37.69	7.01	82.57	10.42	86.63
For Cm ₂ ¹ and C ₂ ²	55.53	30.87	13.6	67.62	18.78	78.38
For the Irkutsk basin	67.05	33.09	9.86	72.49	17.65	80.42
For the region of the Lena and Kirenga rivers	66.58	28.39	5.03	62.19	32.78	65.48

At the end the author dwells on the lithology and geology of the Cambrian and Silurian in the marginal part of the Baikal mountains in the basin of the Kirenga River. Here the author made routes, crossing the outcrops of the Cambrian and Silurian at the border of the upland. The Middle Cambrian on the Kirenga River is represented by the same rocks as on the Angara River. The author found remains of blue-green algae *Collenia umbella* n. sp., which are evidence of the same shallow-water conditions of the water basin. Breccias of a sedimentary origin are also described. The magnesian rocks of the Middle Cambrian on the Kirenga are much less abundant; some analyses indicate that there is a large quantity of pure limestones within the series. The author thinks that here we have to do with sediments of a more open basin. The passage from the Middle to the Upper Cambrian is an evidence of a change of conditions towards a lagoonal facies with a deposition of gypsum and washing of the deposited rocks.

The author discusses also the red rocks of the Lower Silurian represented by carbonate rocks in the form of algal limestones with *Collenia okunaika* n. sp., oolitic cross-bedded limestones and coarse sandstones from silicified rocks (possibly Middle Cambrian). The genesis of the oolitic limestones is supposed by the author to be a coastal-marine one, while the sandstones are deposits of deltas and rivers. The red colour is caused by hematite fringes around grains of sandstone and fine grains of the same mineral in oolites.

The tectonics of the region suggest the proximity of the Middle Cambrian salt-bearing horizon. The latter is manifested in the salt content of the springs in the anticlines of the Middle Cambrian. With the object of locating cement limestones, a cursory review of the possible points for prospecting is made.

ЛИТЕРАТУРА

- Архангельский А. Д. Оползание осадков на дне Черного моря и геологическое значение этого явления. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 1930, 8, 1—2.
- Богданович К. И. Материалы по геологии и полезным ископаемым Иркутской губ. Геол. исслед. и развед. работы по линии Сиб. ж. д., 1896, вып. 2.
- Бондаренко М. Н. Строительные материалы Приангарской части Черемховского и Усольского районов. Неруд. строймат. в Сибири, 1934.
- Жемчужников Ю. А. К вопросу о так называемых третичных отложениях в Иркутской губ. Изв. Геол. ком., 1924, II, вып. 3, 10.
- Жемчужников Ю. А. Тип косой слоистости как критерий генезиса осадков. Зап. Горн. инст., 1926, 7.
- Коровин М. К. Усольское месторождение каменной соли в Иркутской губернии. Изв. Сиб. Технол. инст., 1927, 48, вып. 3.
- Котельников Л. Г. Маршрутные геологические исследования в районе рр. Оки, Ин и Уды, Тр. Всесоюзн. геол.-развед. объедин., 1933, вып. 228.
- Кротов Б. П. Доломиты, их образование, условия устойчивости в земной коре и изменения. Тр. Общ. естеств. Казанск. унив., 1925, вып. 6.
- Маслов В. П. К вопросу о стратиграфии и геологии юрских отложений Иркутского округа. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отд. геол., 1933, II, вып. 2.
- Маслов В. П. Иркутский соленосный бассейн. Разведка недр, 1935, № 13.
- Маслов В. П. Распространение нижнепалеозойских водорослей в Восточной Сибири. Материалы к познанию ископаемых водорослей СССР, этюд IV, Проблемы палеонтологии 1937, II и III.
- Маслов В. П. Классификация брекчий. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 1939.
- Маслов В. П. Род *Collenia*. Проблемы палеонтологии, 1939, V.
- Павловский Е. В. и Цветков А. И. Северо-западное Прибайкалье. Геолого-петрографический очерк района Елохина мыса. М., Изд. Совета по изуч. произв. сил Акад. Наук, 1936.
- Разумовская Е. Э. Описание соленосной толщи Соликамского месторождения. Тр. Главн. геол.-развед. управл., 1931, в.п. 54.
- Тетяев М. М. Южная окраина Иркутского угленосного бассейна. Тр. ЦНИГРИ, 1934, вып. 2.
- Шарапов И. С. Свойства и генезис солепроявлений в верхней части бассейна реки Лены. Тр. Вост.-Сиб. геол. треста, 1936, вып. 10.
- Яржемский Я. Я. Минеральные строительные материалы Введенско-Олхинского района под Иркутском. Тр. Вост.-Сиб. геол.-гидрогеод. треста, 1934, вып. I.
- Яржемский Я. Я. К литологии среднего кембрия Приангарья. Тр. Вост.-Сиб. геол. треста, 1936, вып. 16.
- Яржемский Я. Я. К литологии окрестностей ст. Половины Вост.-Сиб. ж. д. Тр. Вост.-Сиб. геол. треста. 1938, вып. XXV.
- Clarke F. W. Data of geochemistry. Bull. U. S. Geol. Surv., 1924, 770, 496—504.
- Madigan M. A. Organic remains from below the archaeocyathinae limestone at Myponga Jettg, S. Australia. Trans. R. Soc. S. Australia, 1925, 50.
- Mawson D. Evidence and indications of algal contributions in the cambrian and pre-cambrian limestones of S. Australia. Trans. R. Soc. S. Australia, 1925, 49.
- Norton W. H. A classification of breccia. J. Geol., 1917, 25.
- Reynolds S. H. Breccias. Geol. Mag., 1928, 65, 97—107.
- Gwenhofel W. H. Treatise of sedimentation, 1932, 236.



Стенки обнажения доломито-известняков у с. Холмушина. Вверху темные желвачки кремня, вытягивающиеся по слоям породы.

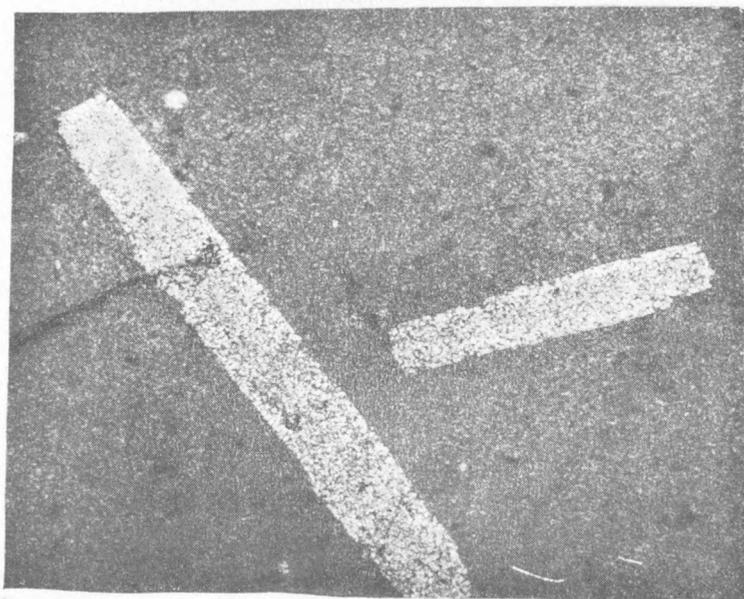
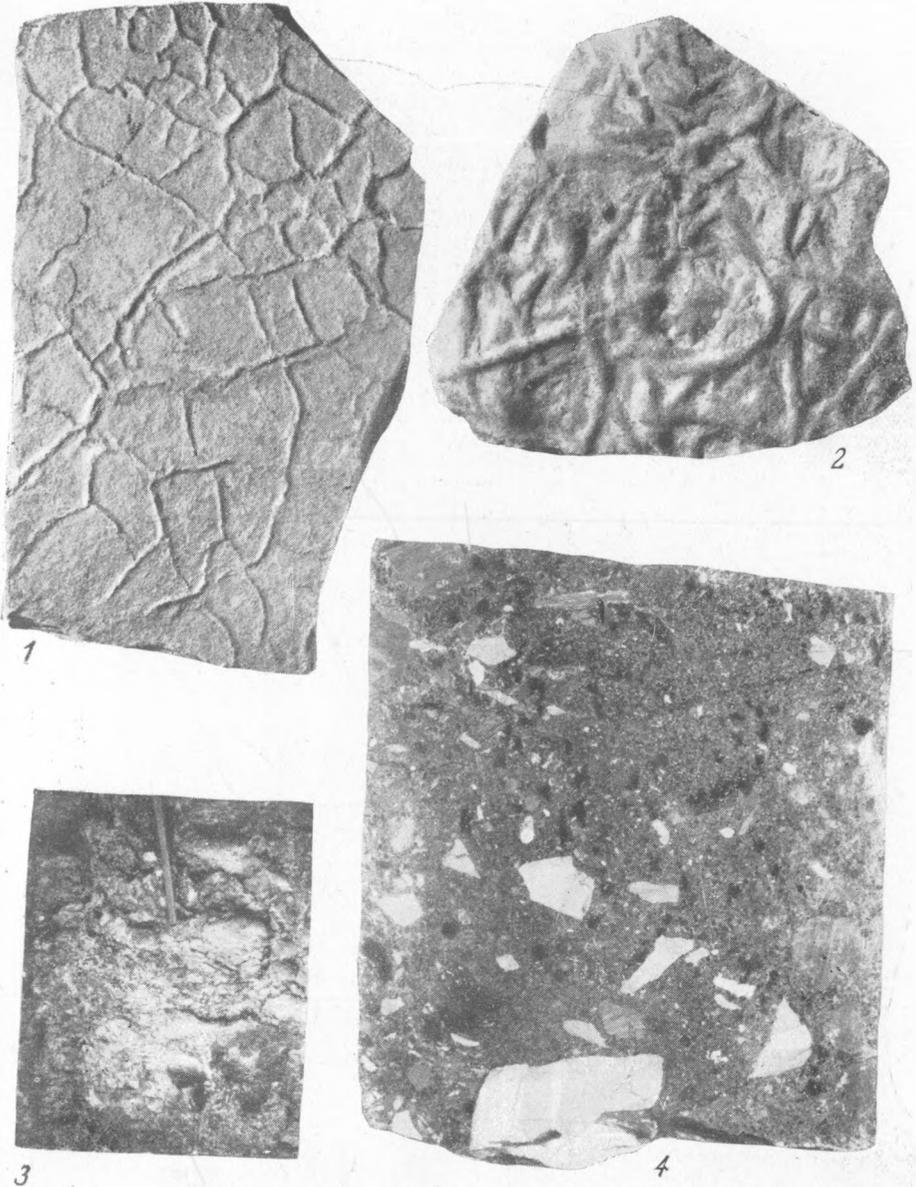


Рис. 1. Проблематические водорослевые желвачки и галечки карбонатных пород в доломитовом известняке среднего кембрия.
 × 20, николи ||.

Рис. 2. Псевдоморфозы по гипсу в доломите (обр. № 43).
 × 15, николи ||.



- Рис. 1. Трещины высыхания на поверхности мергелистого известняка (обр. № 2006) из пади Гришевой близ г. Черемхова. $\frac{2}{3}$ нат. величины. Негативный отпечаток.
- Рис. 2. Следы аннелид на поверхности бугристого доломита с р. Белой около завода Сибфарфор, Хайта (обр. № 735). $\frac{2}{3}$ нат. величины. Позитивный отпечаток.
- Рис. 3. Брекчия-конгломерат в обнажении в пади Каменушке. Приблизительно $\frac{1}{20}$ нат. величины.
- Рис. 4. Брекчия прибрежного накопления в керне алмазной буровой скважины в г. Усолье. Глубина неизвестна. $\frac{2}{3}$ нат. величины. Пришлифовка.

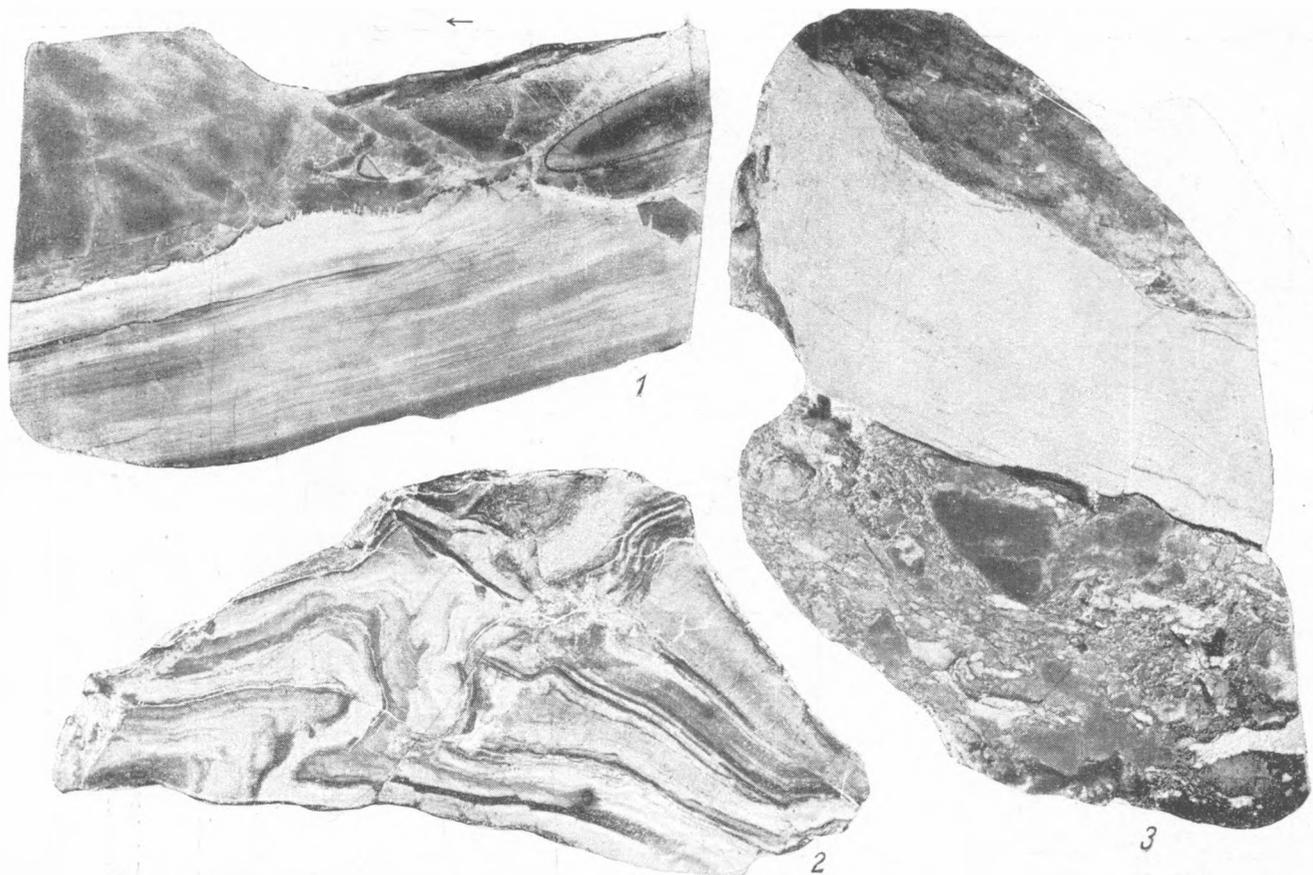


Рис. 1 и 3. Подводнооползневая брекчия в керне алмазной буровой скважины в г. Усолье. Глубина неизвестна.
 $\frac{2}{3}$ нат. величины. Пришлифовка.

Рис. 2. То же из обнажения против с. Хомушина (обн. № 338, обр. № 572). Микроскладчатость.
 $\frac{2}{3}$ нат. величины. Пришлифовки.

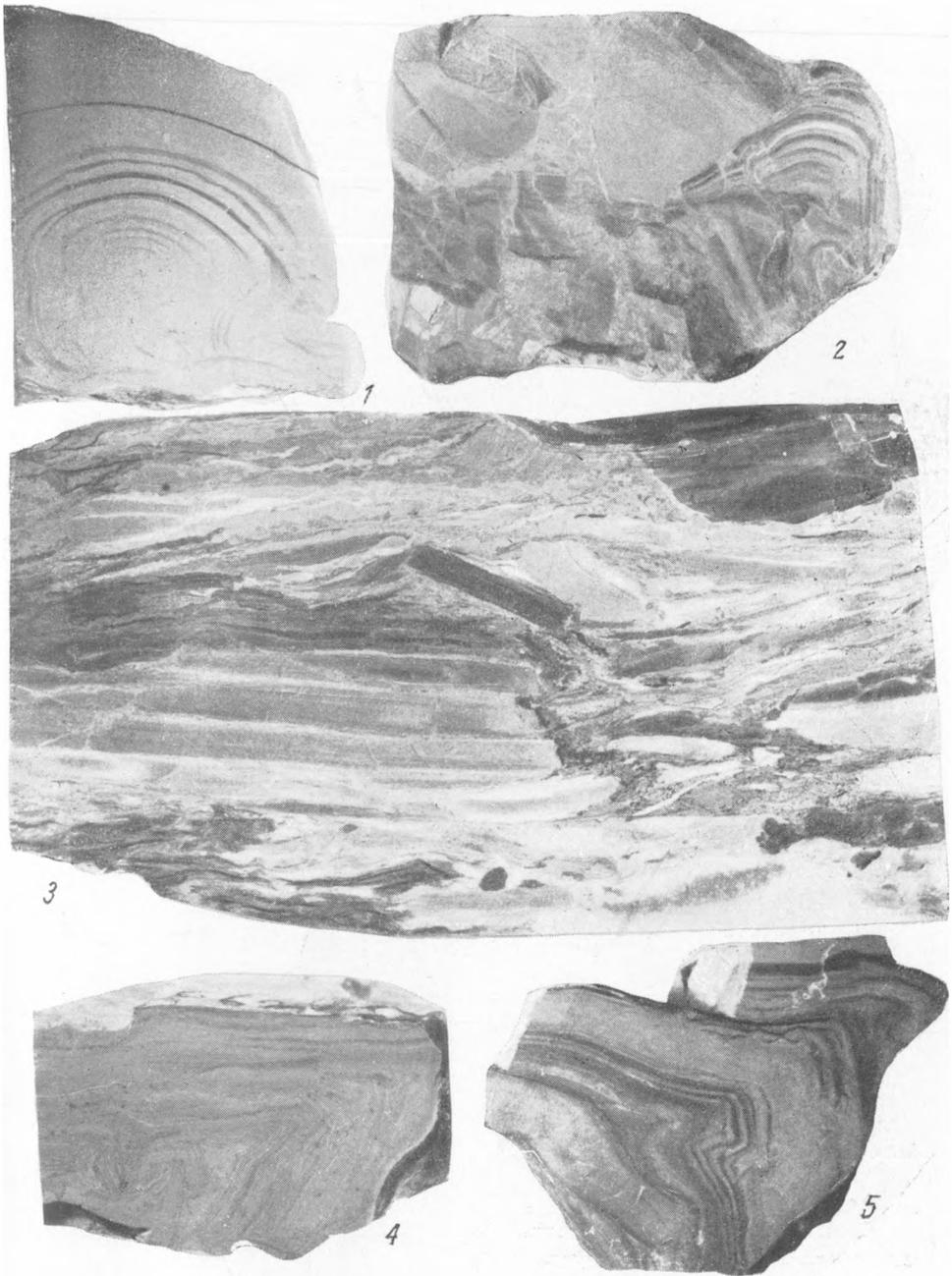


Рис. 1, 2, 4 и 5. Микроскладчатость подводнооползневое происхождения из разных мест. $\frac{2}{3}$ нат. величины. Пришлифовки.

Рис. 3. Подводнооползневая брекчия. Алмазная буровая скважина в г. Усолье. Нат. величина. Пришлифовка.

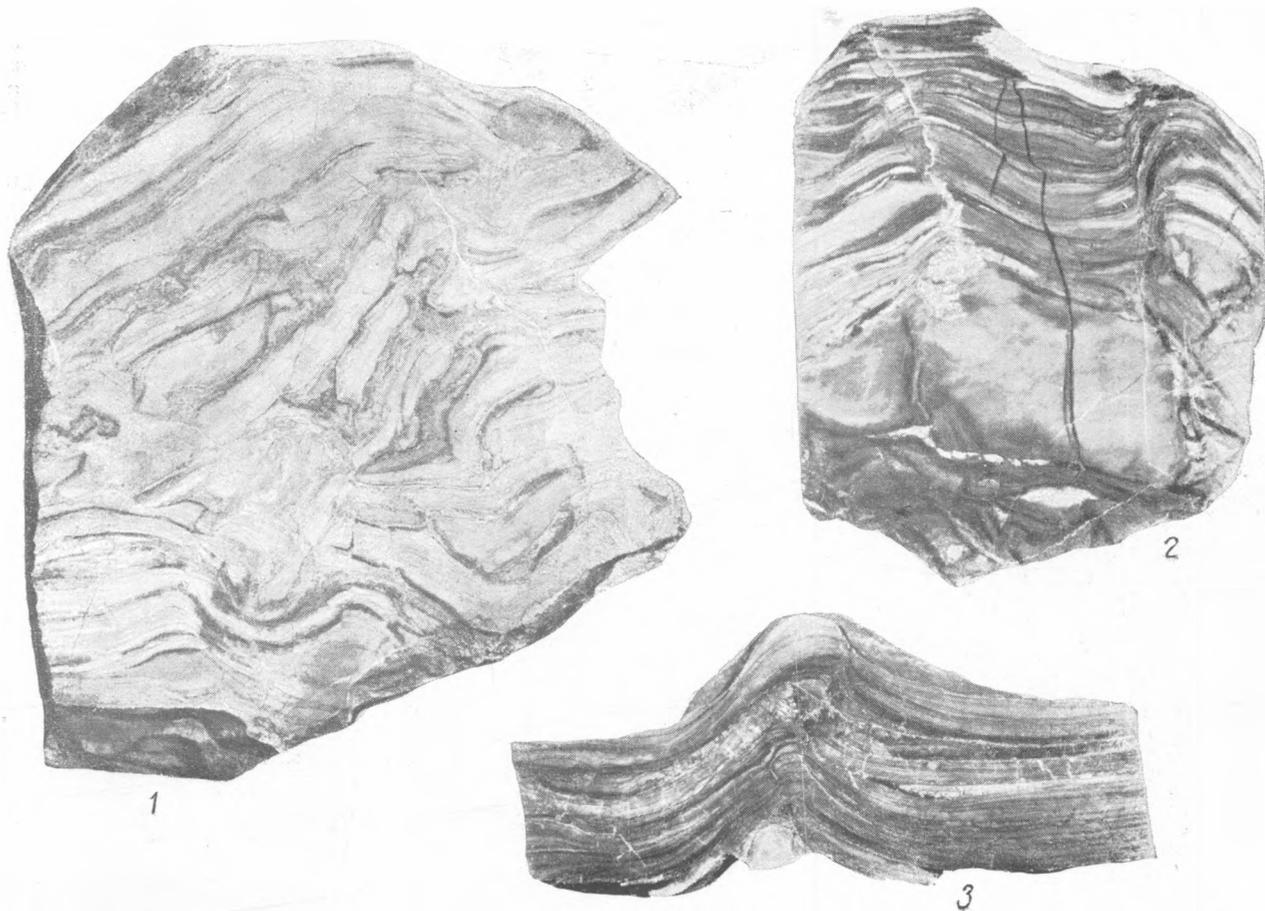


Рис. 1. Брекчия подводноползневового происхождения из обнажения на р. Малой Ирети (обн. № 267, обр. № 884).
Нат. величина. Пришлифовка.

Рис. 2. Микроскладчатость в окремелом известняке (обр. № 2109). $\frac{2}{3}$ нат. величины. Пришлифовка.

Рис. 3. То же из алмазной буровой скважины г. Усолья. $\frac{2}{3}$ нат. величины. Пришлифовка.



Брекчия из керна алмазной буровой скважины г. Усоля.
 $\frac{2}{3}$ нат. величины. Пришлифовка.



Брекчия из керна алмазной буровой скважины г. Усоля.
 $\frac{2}{3}$ нат, величины. Пришлифовка.

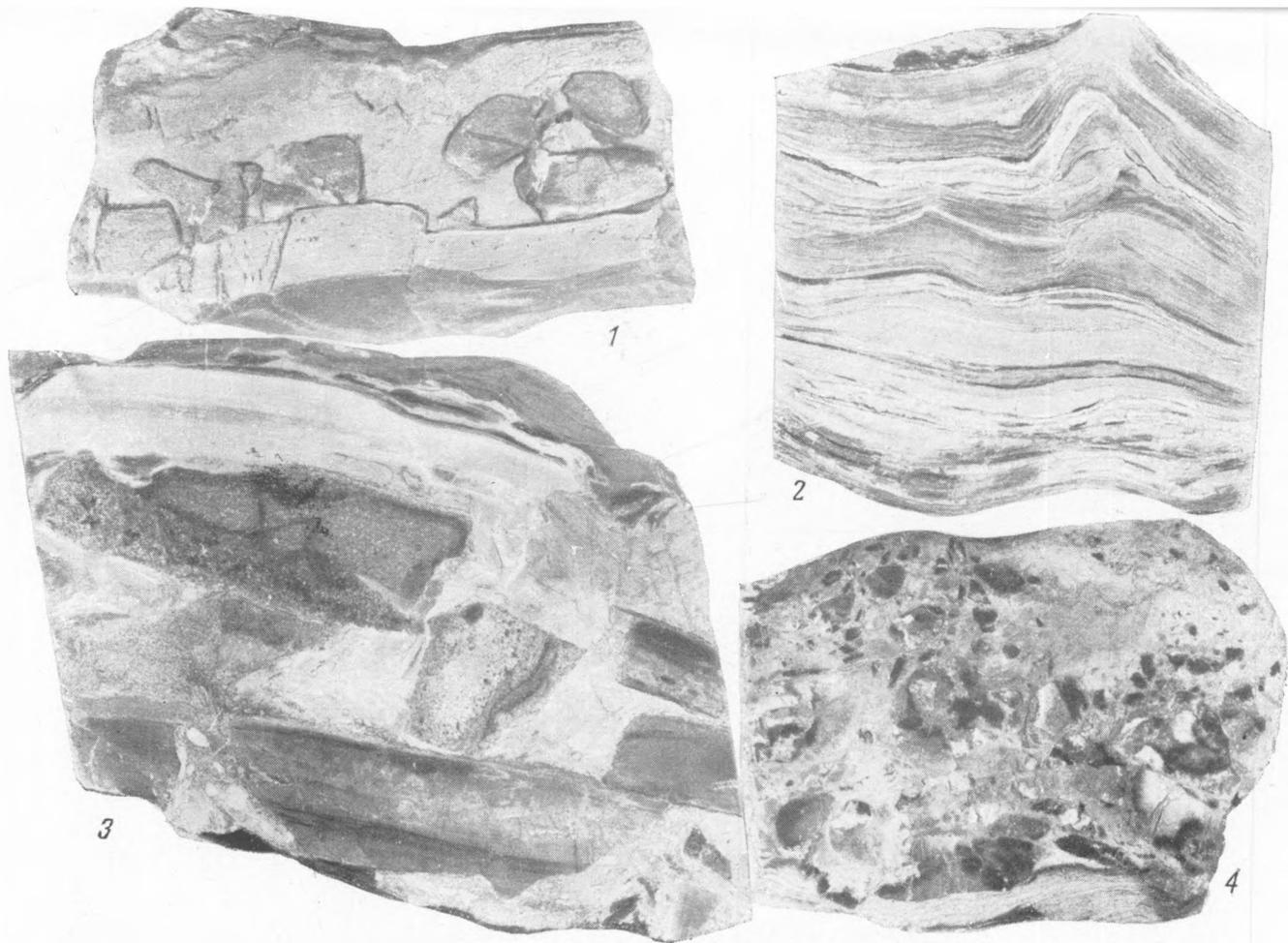


Рис. 1. Включения слегка окатанных кремней в известково-доломитовую массу (обр. № 690). $\frac{2}{3}$ нат. величины.
 Рис. 2. Микроскладчатость в окремнелом известняке. Алмазная буровая скважина г. Усоля. $\frac{1}{2}$ нат. велич. Пришлифовка.
 Рис. 3. Брекчия с сингенетичными кремнями. Алмазная буровая скважина г. Усоля. $\frac{2}{3}$ нат. велич. Пришлифовка.
 Рис. 4. Кремневая брекчия (обр. № 743). Нат. величина. Пришлифовка.

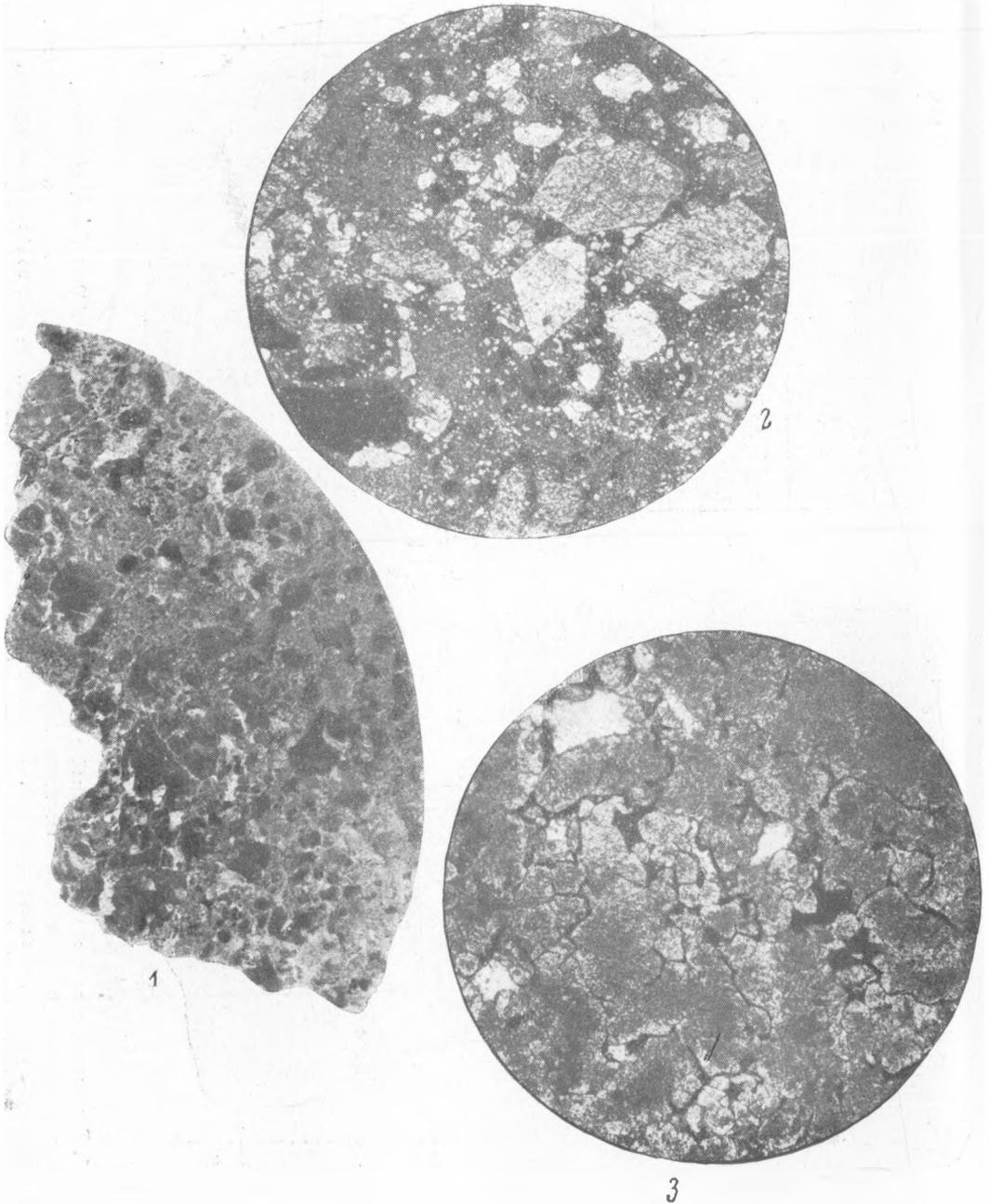


Рис 1. Псевдобрекчия химического происхождения. Пришлифовка керна алмазной буровой скважины г. Усолья. $\frac{2}{3}$ нат. величины.

Рис. 2. Шлиф основной массы брекчии у с. Введенского (обн. № 289, пласт 139, обр. № 2171). Кристаллы кальцита в псевдоморфозе по кварцу в правой стороне рисунка в виде шестигранных штриховатых пятен. $\times 20$, николи \parallel .

Рис. 3. Микроструктура доломита в виде скопления сферических агрегатов доломита (обн. № 21, обр. № 81). $\times 20$, николи \parallel .

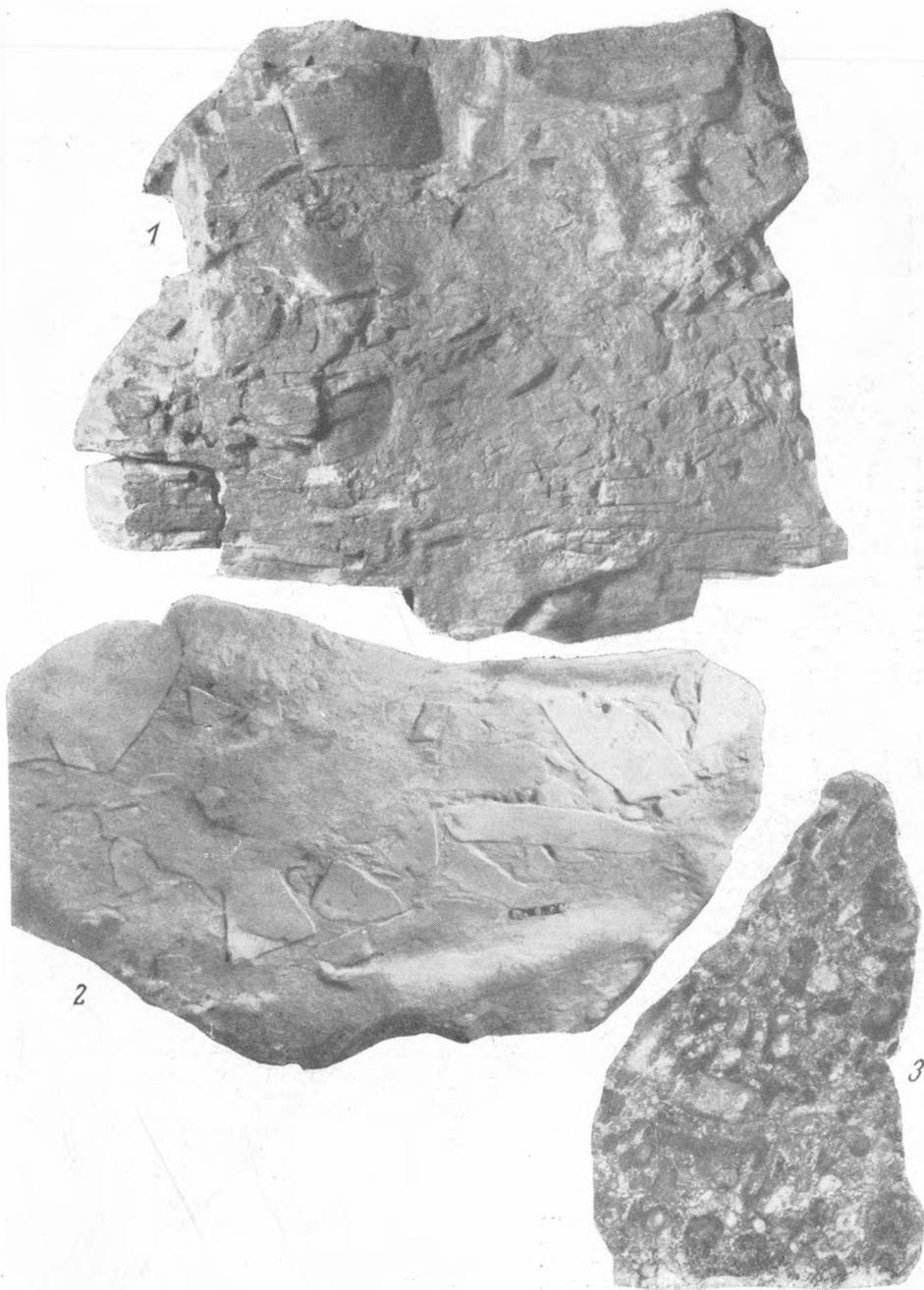


Рис. 1. Начальная стадия раздробления доломитового пласта. Генезис не выяснен. По структуре является „*crush breccia*“ Нортонa. $\frac{2}{3}$ нат. величины. Р. Белая у с. Мотова (обн. № 287). Выветрелая поверхность.

Рис. 2. Брекчия прибрежного накопления (?) у с. Введенского (обн. № 289, пласт 106, обр. № 2149). $\frac{2}{3}$ нат. величины. Поверхность выветривания.

Рис. 3. Брекчия-конгломерат проблематического органогенного происхождения (водорослевого?). Нат. величина. Пришлифовка.

Рис. 1. Окремнение доломита. Темные участки — халцедон, светлые ромбики — доломит. Зональное окремнение последних обуславливается окремнением, постепенно захватывающим весь ромбоэдр доломита, начиная от центра к периферии (шлиф 225). $\times 20$, николи ||.

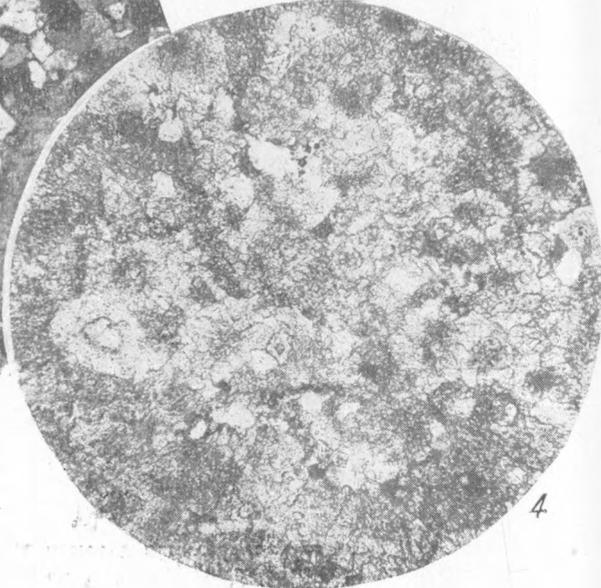
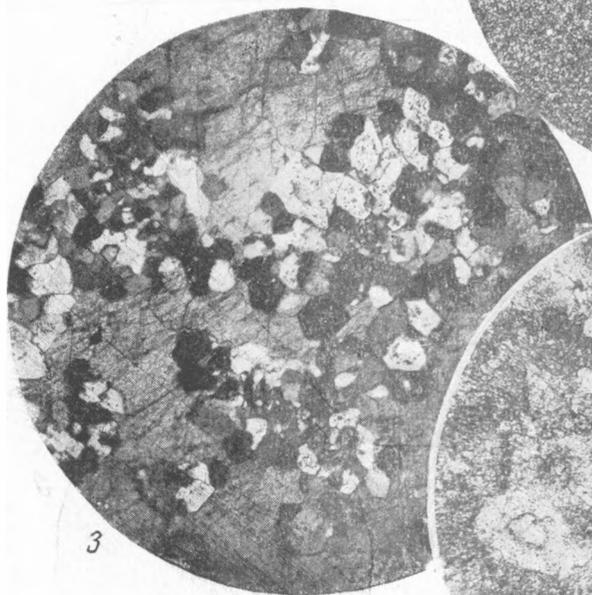
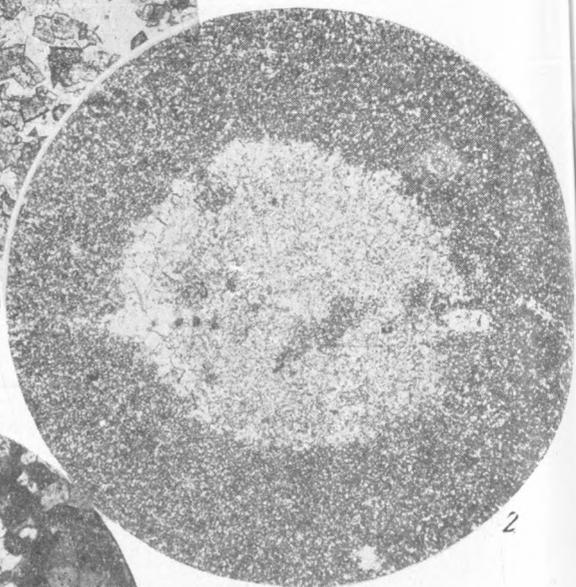
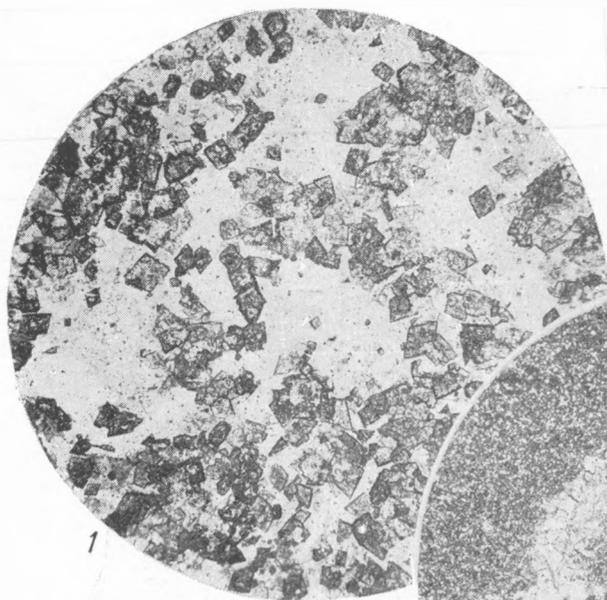


Рис. 2. Перекристаллизация карбоната сферическими участками. Доломитовый тонкозернистый известняк включает вторичные участки кальцита неправильно сферической формы. На фото один из таких участков, которые достигают 1—3 мм диаметра (шлиф 240). $\times 18$, николи ||.

Рис. 3. Окварцевание известняков. Вторичный кварц иногда в правильных кристаллах (шлиф 298). $\times 40$, николи +.

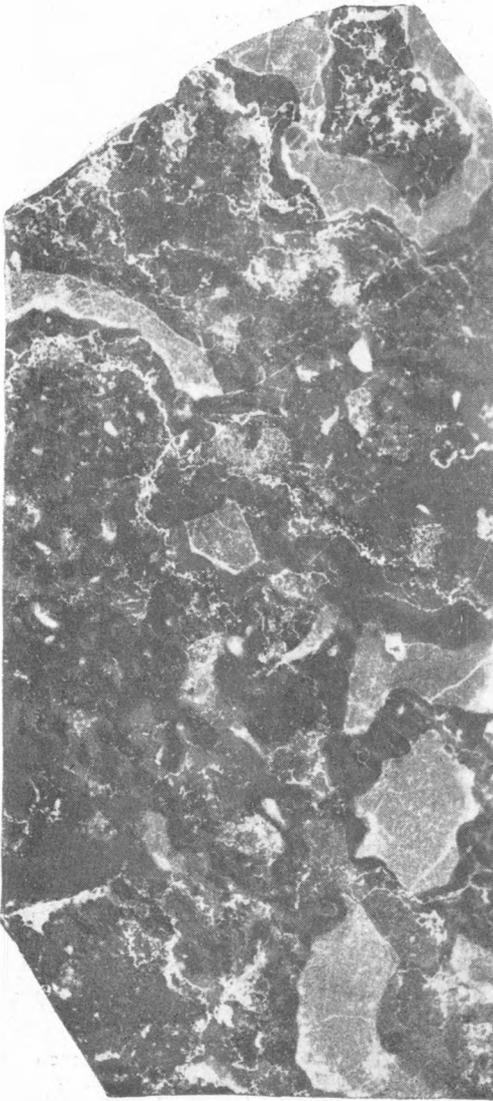
Рис. 4. Обломочный доломитизированный известняк — перекристаллизация в форме кристификационных стяжений вокруг зерен кальцита и стяжений тонкозернистого кальцита (может быть, кластических галечек и зерен). Вторичный карбонат располагается в виде ореолов вокруг первичных зерен, причем кристаллы его длинной осью лежат по радиусу агрегата (шлиф 108). $\times 60$, николи ||.



Выветрелая поверхность образца брекчии среднего кембрия с. р. Умбеллы (обр. № 42-d).
Нат. величина.

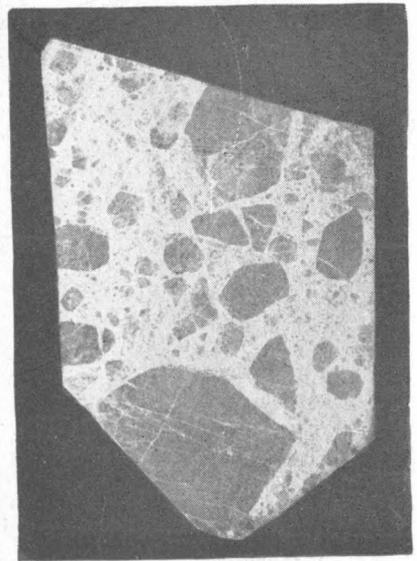


Выветрелая поверхность сбрзда брекчии среднего кембрия с р. Окунайки (обр. № 44-а)
Нат. величина.



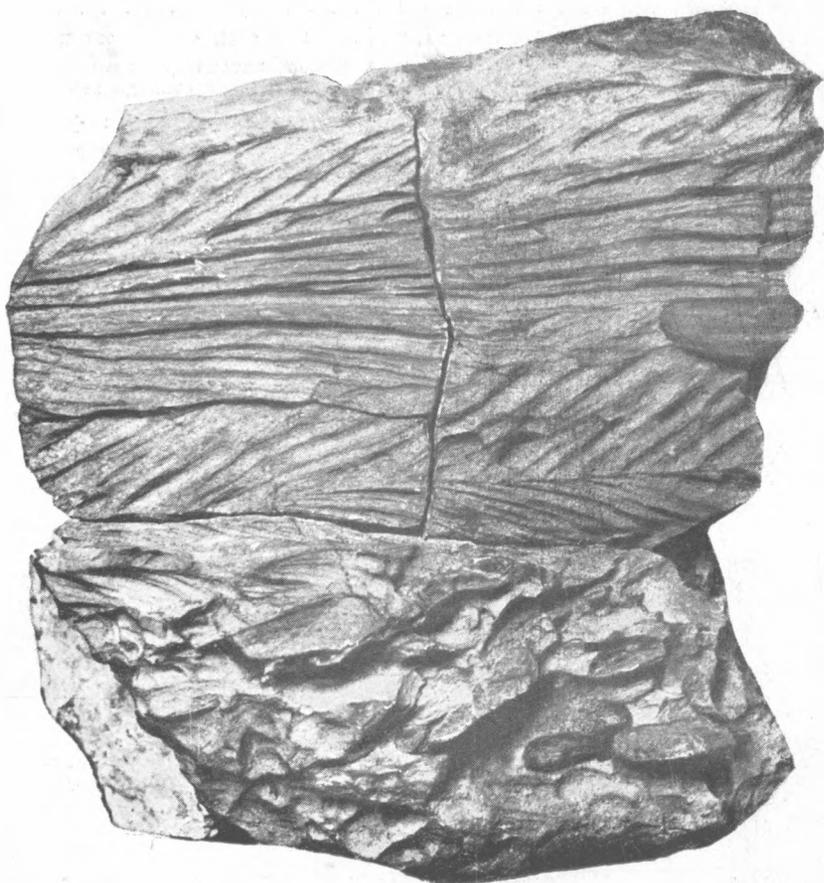
1

Рис. 1. Пришлифовка кремневого известняка с р. Киренги. Темные пятна — кремнь серый — незатронутый окремнением известняк. $\frac{4}{5}$ нат. величины.

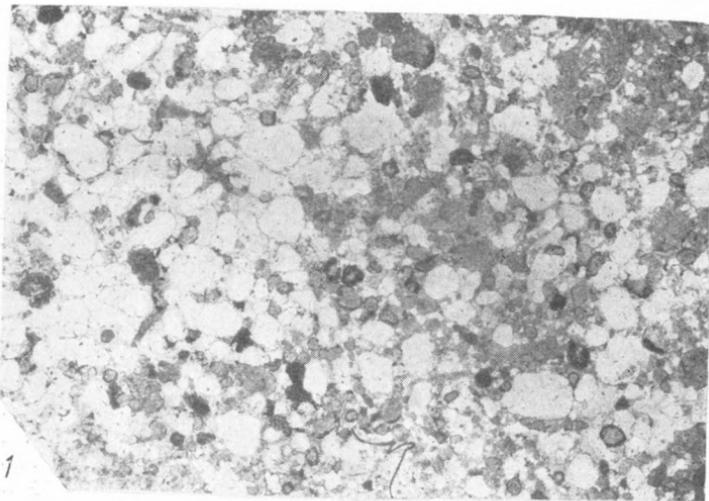


2

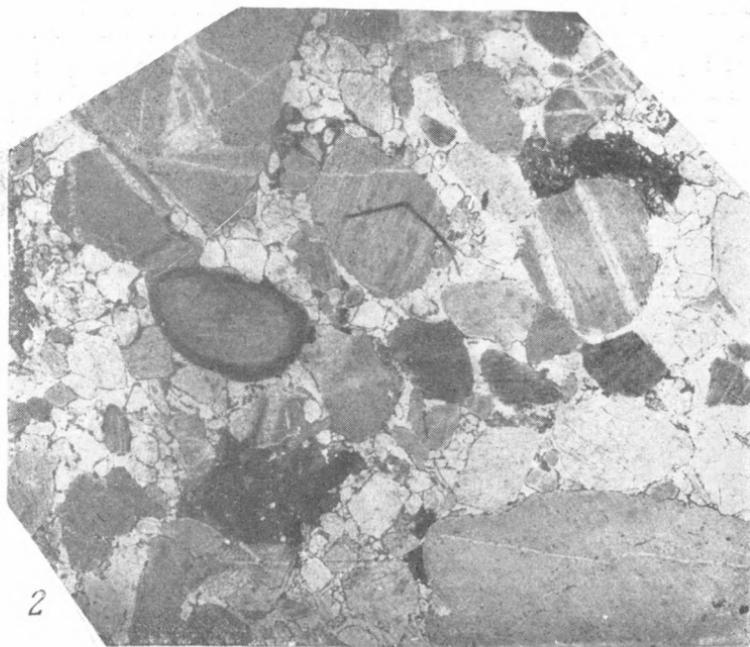
Рис. 2. Пришлифовка доломитовой брекчи с р. Окунайки (обр. № 43-а). Нат. величина.



Оолитовый песчаный известняк с горы Тупицы. Из низов усть-кутской свиты нижнего силура. $\frac{1}{2}$ нат. величины.



1



2

Рис. 1. Песчаник усть-кутской свиты с хребта Сурынды (обр. № 35).
 $\times 15$, николи \parallel .

Рис. 2. То же, другая разность песчаника. Темные зерна — кремни.
 $\times 20$, николи \parallel .

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	1
I. История изучения среднего кембрия Приангарья	2
1. Исследование карбонатной толщи среднего кембрия	2
2. Обзор исследовательских работ по соленосной толще среднего кембрия	5
II. Стратиграфия и тектоника среднего кембрия Приангарья	7
1. Стратиграфия	7
2. Краткий очерк тектоники Ангарского района	11
III. Очерк соленосной пачки в основании среднего кембрия р. Ангары	14
1. Запасы и строение соленосной пачки	15
2. Водоносность и источники	18
IV. Карбонатная толща среднего кембрия р. Ангары	20
1. Общая характеристика разреза среднего кембрия	21
2. Средний химический состав карбонатной толщи среднего кембрия	28
3. Общая петрографическая характеристика карбонатных пород среднего кембрия	29
4. Сингенетические брекчии	31
5. О генезисе карбонатных пород среднего кембрия	35
V. Вторичные породы и процессы в карбонатной толще среднего кембрия	37
1. Эпигенетические брекчии	37
2. Тектонические брекчии	39
3. Вторичная доломитизация, раздоломичивание, псевдоморфозы и перекристаллизация	40
4. Окремнение	43
5. Элювий среднего кембрия	47
VI. Краткий геологический очерк района среднего течения р. Киренги	49
1. Фашия среднего кембрия	50
2. Фашии нижнего силура	53
3. Тектоника нижнего палеозоя в районе р. Киренги и предгорий Байкальской горной страны	55
4. Выводы	56
5. К вопросу о цементном сырье	57
Резюме	60
Литература	62
Фото-таблицы	63