ОГЛАВЛЕНИЕ.

Стр.

1. Введение 1

2. Краткий геологический очерк Черемховского района 5

Геологическое описание Усольского месторождения.

3 Тектоника 9

4. Стратиграфия:

а) Состав Усольского месторождения 21

б) Положение усольского палеозоя в общей стратиграфической схеме Иркутского Амфитеатра 39

5. Подземные воды и источники 42

6 Режим вод колодцев и скважин Усольского месторождения 47

7. Заключение 52

8. Приложения 56

9. Перечень цитированной литературы 69

10. Описание фигур 70

М. К. Коровин, проф. СТИ.

Усольское месторождение каменной соли в Иркутской губернии.

Введение.

Усольское месторождение соли, питающее Иркутский солеваренный завод и Усольский курорт, находится у г. Усолья, в 60 в. на СЗ от г. Иркутска и в 3 в. от ст. Ангары Забайкальской жел. дор. Оно было открыто, вероятно, еще в XVII ст. енисейскими казаками, поднимавшимися по р. Ангаре. Во всяком случае, уже в 1703 г. иркутским жителем *Игнатием Юринским* здесь была оборудована выварка соли. Но соль им продавалась «дорогою ценою, по 5 алтын и 2 деньги», и по ходатайству «Иркутских служилых людей» в 1704 г. соляной промысел передается Иркутскому Вознесенскому монастырю (43) [1]). В конце XVIII ст. промысел переходит в ведение казны, а в начале XIX передается в горное ведомство, с подчинением в 30 годах того же столетия ближайшему наблюдению генерал-губернатора Восточной Сибири (44). Какова была в то время крепость рассолов, и в каком масштабе работал промысел,—сведений об этом не сохранилось. Известно только, что рассолы добывались из колодцев, заложенных на месте естественных выходов соляных ключей. С 1823 г. соляной промысел фигурирует уже под названием «Иркутского Солеваренного завода» (2). В шестидесятых же годах (44) на нем работают одиннадцать варниц, и годовая добыча поваренной соли достигает 275.000 пуд. В это время завод снабжает уже солью Иркутскую губ., часть Енисейской губ. и Забайкальской обл. (44).

С того же приблизительно времени начинаются попытки изучения месторождения и более рациональной его эксплоатации (45). Так, в период с 1877 по 1880 г.г. проводится глубокая скважина на Варничном о-ве инженером *Бродовичем*, под именем которого она известна и теперь (фиг. 3). Скважина не встретила ожидавшегося крепкого рассола, и на глубине 190 м. была остановлена. Тем не менее скважина *Бродовича* эксплоатируется заводом до последнего времени. Крепость рассола ее 9° Б.

В 1895 г. управителем завода инж. *А. И. Сосовым* проводится три шурфа на левом берегу р. Ангары, против понтонного моста, с целью изучения состава пород над уровнем р. Ангары. Шурфы встретили юрские песчано-глинистые отложения с тонкими прослойками угля. А у уровня р. Ангары установлен подстилающий юру палеозойский известняк.

В 1898 г. инженером *Войславом* начато бурение т. наз. «Алмазной» скважины в парке курорта (фиг. 4) с целью отыскания крепкого естественного рассола. Бурение продолжалось до 1904 г. Крепкого рассола скважина не встретила,—почему на глубине 360 м. была остановлена. Скважина слабо фонтанирует до настоящего времени, подавая рассол крепостью 5° Б.

В 1899 г. горн. инж. *А. И. Сосовым* производится разведка неглубоким бурением на Спасском о-ве (фиг. 4) с целью отыскания промышленных пластов угля. Пройдено пять скважин глубиной от 12 до 25 м.; из них одна на левом склоне р. Ангары, во дворе конторы завода. В двух скважинах

[1]) См. список литературы на стр. 69.

разведка встретила пласты угля мощностью более 1 м. Во всех скважинах оказался соляной рассол небольшой крепости. До палеозойских известняков скважины не дошли.

В 1901 г. инженером *Педашенко,* при участии геолога Иркутского Горного Управления *Рязанова,* производится разведка на уголь на левой стороне р. Ангары, к СЗ от завода. Точных данных об этой разведке не сохранилось. Известно лишь, что промышленных пластов угля она не нашла.

В 1911 г., по поручению и на средства Иркутского Горного Управления, производится разведка на уголь в окрестностях ст. Ангары инж. *Мухиным,* также не давшая положительных результатов.

В 1912 г. в Горном Департаменте появляется мысль о перенесении солеваренного завода к ст. Мальте (фиг. 1) и о разведке окрестностей этой станции глубоким бурением. Проект перенесения завода из г. Усолья остался неосуществленным, но скважину все же провели до глубины в 470 м., не встретив крепкого рассола.

В 1915 г. *А. И. Сосовым* проводится новая разведка бурением на Спасском о-ве с целью отыскания рассола как для солеваренного завода, который, ввиду ожидавшегося увеличения производительности его, предполагал перенести сюда часть своих сооружений, так и для курорта, тоже желавшего переселиться на этот о-в. Пройдено 4 скважины и одна в верхней части Варничного о-ва, с наибольшей глубиной скважин в 40 м. Во всех скважинах, пройденных по юрским отложениям, найден рассол небольшой крепости.

В период с 1916 по 1922 год, ввиду расширения производительности завода, достигавшей в год уже почти 1 милл. пд. (**39**), для отыскания крепких рассолов закладывается три глубоких скважины на Варничном острове: №№ 1, 2 и 3. Но, за недостатком необходимых материалов, ни одна из них не доводится до намеченной глубины: № 1 останавливается на глубине 664 м., № 2—на глубине 478 м. и № 3—на 420 м. На пройденной глубине всех трех скважин рассола большой крепости не найдено: он сохранился в прежних пределах от 5° до 9° Б. Скважины по всей глубине проходили палеозойскую толщу известняков с незначительными, главным образом, глинистыми прослойками.

В дальнейшем удалось продолжить только одну из названных скважин, № 1, которая в январе 1923 г. на глубине 693 м. врезалась в пласт каменной соли, продолжавшийся до глубины 722 м., где бурение, вследствие обрыва стального каната, было опять приостановлено. Рассол на глубине пласта соли достиг крепости 25° Б. (**1**).

В связи с постепенным развитием солеваренного завода и естественным оживлением г. Усолья (в то время села) стоит возникновение и усольского курорта. Открытие его относится к 1875 г., когда на левом берегу р. Ангары, против Варничного о-ва, у выхода на дневную поверхность рассольных ключей, после каптирования их, было построено маленькое бревенчатое здание курорта с примитивными приспособлениями для выкачивания и нагревания рассола. В 1902 г. на том же месте возникает новое довольно обширное и более или менее оборудованное здание курорта, около которого тогда же разбивается небольшой парк (**46**; 10, 23). С самого момента возникновения курорт был одним из предприятий солеваренного завода и только после революции переходит в ведение курортного управления. Понятно, поэтому, что за все это время здесь не было проведено никаких специальных исследований ни состава, ни природы рассола: изучение месторождения определялось запросами, предъявлявшимися к нему солеваренным заводом.

Нужно, впрочем, сказать, что и все перечисленные выше, в общем довольно большие разведочные работы, проведенные в районе Усольского месторождения, отличались случайностью: не было никакого разработанного плана разведки, да его и не могло быть, так как он должен был основываться на специальном геологическом обследовании района месторождения, которого также произ-

ведено не было. Проведенная работа должна была все же накопить значительный геологический материал, освещающий месторождение; но и в этом отношении дело обстояло очень плохо. Бурение даже глубоких скважин производилось без надлежащего геологического надзора; не могло быть, поэтому, должной геологической документации получавшихся данных бурения, которое, естественно, не давало ответа на целый ряд основных вопросов геологии месторождения, ограничиваясь только поисками крепких рассолов. Причина всему этому лежит в крайне ограниченных средствах, отпускавшихся на разведку, и лишь индивидуальному интересу к изучению месторождения со стороны последнего управителя завода, горн. инж. *А. И. Сосова*, мы обязаны и тем небольшим материалом, который сохранился до настоящего времени в виде журналов бурения, разрезов и образцов горных пород.

После сказанного понятны те затруднения, которые встречали отдельные исследователи, которым приходилось так или иначе сталкиваться с вопросом об Усольском месторождении. Охарактеризованное выше состояние данных многолетней разведочной работы вынуждало их всегда ограничиваться или указаниями по отдельным вопросам, или самыми общими положениями о геологии месторождения. Отсюда понятно также и то, что довольно большая литература по Усольскому району, накопившаяся более чем за столетний период существования солеваренного завода, довольно бедна геологическим содержанием, не освещая даже основных вопросов геологии месторождения. Большая часть статей и заметок, относящихся к заводу, чаще всего касается только вопросов его оборудования, условий и техники обогащения слабых рассолов, которыми завод питался до 1923 г., состава рассола и получаемой соли и условий сбыта последней на рынки Восточной Сибири. Таков, например, ряд следующих статей, помещавшихся в Горном Журнале с начала XIX столетия.

1828 г. «Описание Иркутского Солеваренного завода и действия его, установленного с 1823 г.» (2; 83). Указывается годовая производительность завода, до 1823 г. составлявшая 160 тыс. пд., с 1823 г.—210 тыс. пд.

1842 г. «О действии Сибирских солеваренных заводов в 1840 г.» (3; 343). Отмечается повышение производительности до 240 тыс. пд. в год.

1862 г. *Ф. Львов.* «Отчет о занятиях в Иркутском Солеваренном заводе». (4; 478). Кроме описания оборудования и работы завода, отчет дает ряд анализов рассола и соли, а также краткие сведения об окрестностях завода, в частности о долине рч. Усолки, где были найдены остатки солеварения в 18 ст.

1889 г. *Стемпневский*, горн. инж. «Соляные промыслы Восточной Сибири». (5; 227). Автор, командированный для изучения на местах соляных промыслов Сибири, приводит ряд интересных сведений и по Усольскому м-нию. Например, по сведениям, полученным им от старожилов Усолья, он сообщает, что в старое время крепость рассолов источников достигала 18°. Но после землетрясения она внезапно упала до 12°. Поверка этих сведений по архивным документам показала только, что в период с 1866 по 1875 г.г. крепость рассолов колебалась в пределах 5,5°—10° по Ламберти. Сведений о более раннем времени в архивах достать не удалось, так как все архивные дела погибли во время большого пожара в Иркутске. Интересно также сообщение о том, что весной, во время высокого стояния вод в Ангаре, рассолы повышаются в крепости на $^3/_4$°, а после спада воды—понижаются до нормального уровня [1]).

Гораздо большее значение для освещения геологии месторождения имел ряд крупных работ по геологическому обследованию Иркутской губ., проведенных в последнюю четверть 19 столетия. Таковы прежде всего работы крупнейших исследователей Сибири *А. Чекановского* (6) и *И. Д. Черского*

[1]) В позднейших архивных материалах и наблюдениях последнего времени это сведение не подтверждается.

(7; 8), относящиеся еще к семидесятым и восьмидесятым годам прошлого столетия, но впервые поставившие дело геологического изучения Иркутской губ. на прочные научные основания. В частности, *Черскому* принадлежит установление палеозойского возраста красноцветной толщи Иркутской губ., с которой связаны в ней выходы соляных ключей. В районе же Усолья он допускал возможность значительных тектонических нарушений, с которыми связана здесь и самая долина р. Ангары (8).

В 1892 г. появляется новая крупная работа, принадлежащая проф. *В. А. Обручеву,* о древнепалеозойских осадочных породах долины р. Лены, между ст. Качугской и Витимской (9). В работе этой дается детальное описание палеозоя верхней системы р. Лены, и весь фактический материал сводится в стройную стратиграфическую систему палеозоя Иркутской губ.

В 1896 г., в связи с проведением Сиб. жел. дор., выходит крупная работа *К. И. Богдановича* «Материалы по геологии и полезным ископаемым Иркутской губ.» (10), в которой дается подробное геологическое описание южной части Иркутской губ. с выяснением состава, тектоники и полезных ископаемых как угленосной толщи юры, так и палеозойских формаций. Опираясь на исследования *Обручева*, *Богданович* приходит к выводу, что соленосность Усолья связана с нижней красноцветной толщей Иркутской губ., а именно, со свитой мотских красных песчаников (10; 202). Соляные же рассолы выходят на дневную поверхность по тектоническим трещинам, ориентированным по азимуту: 15°—20°.

Некоторый интерес представляет также ряд работ по выяснению угленосности юры в Усольском районе, относящихся к середине XIX столетия.

Оказывается, что первые разведки на уголь относятся еще к 1834 г., когда, по указаниям *А. Кеппена,* в окрестностях завода был найден пласт угля мощностью 9 фт. (11). В 1852 г. разведка производится на правом берегу р. Ангары, в пади Кургаиха. Но она не дала положительных результатов (12; 213). В 1853 г. управителем завода *Яхимовичем* открывается пласт угля в долине рч. Мальтинки (12; 213). Там-же продолжается разведка управителем завода *Козловым*, открывшим в 1854 г. пласт мощностью 1,5 арш. и выяснившим запас угля до 1 милл. пуд. (12; 214). В 1855 и 1856 г.г. разведка проводится подполковником *Таскиным*, открывшим в окрестностях завода месторождение угля с запасом в 2,4 милл. пд.; но местонахождение этого месторождения осталось неизвестным (12; 214).

Среди исследований в этом направлении более позднего времени, кроме указанных выше, нужно назвать еще работу проф. *В. А. Обручева* о месторождениях бурого угля в Иркутской губ., появившуюся в 1891 г. и дающую перечень всех известных выходов угля и список литературы по геологии Иркутской губ. (13), а также вышеупомянутую работу *К. И. Богдановича* (10).

Разведка на уголь не прекращается и в последующее время вплоть до 1905 г., когда гор. инж. *А. И. Сосовым* открывается и разведывается месторождение угля на правом берегу р. Ангары у дер. Бархатовой, непосредственно против г. Усолья. С 1906 г. начинается уже и эксплоатация этого месторождения (46; 24).

С началом XX столетия соединяется постепенное развертывание в Иркутской губернии работ Геологического Комитета, которые имели большое значение для современных представлений о геологии этой губернии. По р. Ангаре, у Падунского порога, производит исследование *А. Ржонсницкий*; в системе р. Вилюя и в верховьях р. Киренги—*П. И. Преображенский*, *А. Ржонсницкий и С. Ф. Малявкин*; в низовьях реки Иркута—*Г. Фредерикс*; в районе западного прибайкалья—*М. Тетяев* и *Свитальский* (14; 15; 16; 17; 18).

С 1919 г. сначала Сибирским Отделением Геологического Комитета, а затем с 1923 г. и Центральным Геологическим Комитетом в южной части

Иркутской губ., в пределах Иркутского угленосного бассейна, начинаются систематические геологические исследования, захватившие и район Усольского месторождения, и продолжающиеся до настоящего времени. Результаты этих работ опубликованы только частично. Можно назвать отчеты *М. К. Коровина* по геологии Черемховского угленосного района и маршрутным исследованиям по р. Б. Белой, а также отчет *М. М. Тетяева* по исследованию в предгорьях В. Саяна и *Ю. А. Жемчужникова* в долине р. Ангары, в которых выясняются новые элементы стратиграфии и тектоники угленосной юры и палеозоя (**19**; **20**; **21**; **32**).

Все перечисленные исследования и работы постепенно приводят к установлению возраста иркутского палеозоя и разработке его стратиграфии, принятой в настоящей статье. Результаты их нашли свое выражение и в ряде сводок последнего времени, среди которых особенно нужно назвать большую работу проф. *В. А. Обручева* Geologie von Sibirien (**40**).

К сказанному об истории изучения Усольского месторождения соли нужно добавить еще несколько слов о характерных моментах самого последнего времени. В 1924—25 гг., после открытия скважиной № 1 мощного пласта каменной соли, в истории разработки и изучения начинается новая фаза. Иркутский солеваренный завод переходит к эксплоатации из этой скважины искусственного рассола высокой крепости при помощи метода компрессирования, и перед ним открываются новые экономические перспективы (**1**): Усольскому месторождению усваивается областное значение, и в пятилетнем плане работы, разработанном сибирскими областными органами горной промышленности, для завода намечается производительность до пяти миллионов пуд. соли в год, с возможностью и дальнейшего развертывания выработки. В связи с этим губернскими органами Госплана отпускаются специальные кредиты на дальнейшую разведку и изучение Усольского месторождения. В 1925 г. начинается углубка неоконченной скважины № 3, а летом того же года, по инициативе Пом. Нач. Сиб. Горн. Надзора, горн. инж. *К. Н. Тульчинского* и на средства Иркутского Губ. Отд. М. Хоз-ва, автором настоящей статьи производится геологическая экспертиза с обследованием района месторождения, небольшими разведочными работами в виде ряда канав, закопушек и мелких буровых скважин, и специальной топографической съемкой окрестностей в масштабе 100 сж. в дюйме (ф. 4).

В результате этих работ, проведенных с помощью горного техника *К. Д. Егорова* и топографа *К. П. Колесникова*, а также изучения архивных материалов при содействии зав. В.-Сиб. Б. Учета *Ф. Ф. Шваба*, является нижеследующее описание геологии района Усольского месторождения [1]).

Краткий геологический очерк Черемховского района.

Изучение каждого месторождения полезного ископаемого должно опираться на геологию того района, в состав которого оно входит, как часть органического целого. Это особенно нужно сказать об Усольском месторождении, залегающем на глубине свыше семисот метров и потому требующем выяснения геологического строения значительного отрезка земной коры. С последней точки зрения в геологии нашего месторождения некоторые стороны до сих пор остаются неясными, так как систематические геологические исследования охватили в Иркутской губ., главным образом, площадь Иркутского угленосного бассейна, и стратиграфия толщи эопалеозойских пород, подлежащей

[1]) В течение 1925 и 1926 г., в связи с окончанием углубки и затем эксплоатацией скв. № 3., получен был ряд новых данных, относящихся особенно к соленосной толще. Важнейшие из этих данных также учтены в настоящей статье, благодаря любезному содействию горн. инж. *А. С. Головенкова*, которому приношу мою благодарность.

угленосным осадкам, изучена еще недостаточно [1]). Все же этими исследованиями покрыта довольно обширная площадь, и на основе достигнутых ими результатов и всей суммы накопившихся геологических материалов основные вопросы геологии Усольского месторождения могут быть разрешены удовлетворительно.

Район г. Усолья с Иркутским солеваренным заводом находится на юго-восточной окраине центральной части Иркутского угленосного бассейна и по своему геологическому строению настолько тесно связан с ней, что необходимо прежде всего остановиться на основных чертах геологии этой части бассейна. Так как в этой части Иркутского бассейна находятся Черемховские копи, то в дальнейшем мы будем называть ее Черемховским районом.

Как и на всей площади бассейна, в Черемховском районе (фиг. № 1) развиты две важнейших формации: угленосная юра с одной стороны и подстилающий ее древний палеозой—с другой [2]). Юрские отложения образуют ряд небольших, часто изолированных одна от другой площадей, и отличаются очень небольшой мощностью, обычно не выходящей из пределов 20—30 метров. Но по мере удаления от Черемховских копей на СЗ, к системе р. Залари, и на ЮВ, к г. Иркутску, а также на ЮЗ, к долине р. Белой, отдельные островки юры соединяются, и мощность ее от 20—30 метров достигает до 100 и более метров.

Указанная особенность распределения угленосных осадков юры в Черемховском районе находит свое объяснение в основных чертах тектоники этого района, которые заключаются в том, что здесь сходятся два очень пологих, но занимающих довольно широкую площадь антиклинальных поднятия. Одно имеет северо-западное направление (СЗ : 320°), совпадая приблизительно с направлением линии Томской железной дороги, и известно под названием Булайской антиклинали; а другое—северо-восточное (СВ : 60°): от с. Бельска на р. Б. Белой оно сечет железнодорожную линию и затем проходит через долину р. Ангары у посс. Буреть, Бархатово и Свирская и называется Буреть-Бельской антиклиналью. Взаимное пересечение названных антиклиналей влечет за собою образование в Черемховском районе брахиантиклинали или купола, понижающегося во всех направлениях. Этому куполу обязан островной характер и малая мощность угленосной юры, в значительной части уже смытой эрозией в области его максимального поднятия, но по мере удаления от последнего образующей более или менее непрерывное угленосное поле и достигающей значительной мощности. Тем-же куполообразным поднятием пород и последующим неравномерным проявлением работы денудации объясняется широкое развитие эопалеозойских известняков в центральной части района и постепенное погружение их, с перекрытием угленосной юрой, по периферии.

Две названных выше антиклинали имеют свое выражение и в районе Усольского месторождения, которое находится на юго-восточном крыле СВ Буреть-Бельской антиклинали и на северо-восточном крыле соверо-западной Булайской. Для выяснения геологии Усольского района наибольшее значение имеет первая из названных антиклиналей, и на ней, поэтому, необходимо остановиться подробнее.

На фф. 5 и 6 даны схематические разрезы юго-восточного крыла этой антиклинали по долинам рр. Белой и Ангары. Оно может быть охарактеризовано следующими особенностями. После довольно высокого поднятия известняков эопалеозоя на высоту до 150 метров над уровнем р. Ангары на участке Буреть-Бархатово верхняя гипсометрическая граница этой формации медленно опускается вниз, и у с. Олонки окончательно скрывается под уровень реки, замещаясь вверх по течению юрскими отложениями. Погружающееся

---

[1]) Результаты работ геолога *М. М. Тетяева*, производившего в последнее время исследования в предгорьях В. Саяна, где наиболее полно представлены эопалеозойские формации, еще не опубликованы.

[2]) На геологической карте фиг. 1 не показаны новейшие четвертичные отложения.

на ЮВ крыло складки образует при этом систему складок второго порядка, но высота воздымания антиклинальных поднятий над уровнем реки постепенно уменьшается. В связи с этим песчано-глинистая толща юры, выступающая в береговых обрывах сначала только в синклинальных понижениях, выше д. Пономаревой образует уже непрерывную светло-желтую полосу, подчиняющуюся той же пологой волнистости, а вверх от с. Олонки слагающую весь правый склон р. Ангары. Складчатость второго порядка характеризуется, кроме того, выдержанным тектоническим типом и представлена в большинстве случаев косыми складками, с длинным и очень пологим крылом, обращенным на СЗ, и коротким крылом, более круто наклоненным на ЮВ. Эта особенность складчатости второго порядка очень хорошо наблюдается как по р. Б. Белой, например, на участке д. Холмушина—Усть-Черная (фиг. 6), так и по р. Ангаре, например, на участке д. Пономарева—Олонки (фиг. 7).

Правый склон р. Б. Белой ниже д. Холмушиной обнаруживает с первого взгляда кажущуюся несогласованность между рельефом и тектоническим строением местности (фиг. 6): в то время как водораздельная линия склона ясно понижается вниз по течению,—довольно большое количество выходов палеозойских известняков дает обычно направление падения на СЗ, т. е. вверх по течению. Но более внимательный осмотр ряда таких обнажений показывает, что здесь развита система небольших антиклинальных складок, отличающихся довольно длинными и спокойно залегающими верхними (по течению) крыльями, полого падающими на СЗ, и сравнительно короткими нижними крыльями, довольно круто падающими на ЮВ, часто тектонически смятыми и перебитыми. Очевидно, перед нами здесь ряд однобоких складок со смятыми и разбитыми, иногда разорванными взбросами юго-восточными крыльями, как это показано на фиг. 6а. Разбитые юго-восточные крылья складок, естественно, быстро разрушаются, маскируясь осыпями; но очень пологие верхние крылья дают ряд значительных обнажений, представляющихся с первого взгляда гомоклинальной серией слоев, согласно падающих на СЗ.

Тот-же тип нарушений наблюдается и по р. Ангаре. На фиг. 7 построен нормальный разрез правого склона р. Ангары на участке Пономарева—Олонки, с показанием выступающих здесь выходов известняков и их нарушений. На протяжении около 6 кл. здесь наблюдается ряд то более, то менее смещенных на ЮВ складок, антиклинальные замки которых постепенно понижаются к уровню реки вверх по течению. У пономаревской флексуры [1]) известняки поднимаются на высоту до 50 м.; вблизи д. Пономаревой верхняя гипсометрическая граница их не выше 30 м.; против устья р. Б. Белой она спускается до высоты 20—25 м.; а у с. Олонки доходит до 5—10 м. над уровнем реки. Как и по реке Белой, выходы известняков часто маскируются осыпями,—что особенно часто наблюдается в синклинальных понижениях, почти всегда совпадающих с большими или малыми падями и оврагами, а также на крыльях складок, падающих на ЮВ, которые выступают сравнительно редко. Чаще наблюдаемые антиклинальные складки почти всегда характеризуются полого падающими СЗ крыльями, угол наклона которых не выходит из пределов 8°—12°. В этих крыльях складок каких либо иных проявлений тектонической деформации слоев никогда не наблюдается. Реже сохраняющиеся от разрушения ЮВ крылья тех-же складок всегда отличаются более крутым наклоном к горизонту, угол которого, впрочем, в большинстве случаев и здесь не велик, не превышая чаще 20°—35°, и только в редких случаях достигает до 85°—90°. Таким образом, и здесь преобладают мелкие нарушения типа косых складок, и только изредка выступают участки, деформированные в более крупном масштабе, как пономаревская флексура, где глубина погружения слоев может достигать до 100 м. Однако, и в условиях мелкой и пологой складчатости рас-

[1]) В 0.5 кл. выше д. Пономаревой.

сматриваемый участок р. Ангары часто обнаруживает признаки нарушений иного порядка, в виде полос перемятых и перетертых пород, которые могли получиться только в обстановке дизъюнктивного перемещения слоев, например, по трещинам взбросов. Такие полосы смятия всегда находят ясное выражение в верхних горизонтах палеозоя, где развит наиболее слабый член этой формации в виде легко раздробляющегося брекчиевидного конгломерата. И лучшим признаком таких перемещений являются рассеянные по склонам характерные обломки брекчиевидного конгломерата с притертыми поверхностями. Большое количество таких признаков наблюдается в непосредственной близости к нижней части с. Олонки, где имеет место ряд небольших и пологих складок и среди них по меньшей мере две или даже три трещины взбросов.

Типичное выражение этих нарушений мы находим и в нижнем течении р. Б. Белой, в вершине Мальтинской излучины, у урочища Ключи (фиг. 8). Здесь выступает ряд перемятых складок, наблюдающихся по правому берегу реки на протяжении до четырехсот метров. На фиг. 8 изображены естественные выходы пород вершины Мальтинской излучины, с показанием условий их залегания, и возможная реконструкция нарушений, намечающая один взброс и ряд мелких нарушений типа надвигов (**22**; 29), вызвавших сильное перетирание брекчиевидного конгломерата по плоскостям трещин. Перемятые зоны пород и здесь всегда связаны с юго-восточными крыльями складок. В ясно обрисовавшемся взбросе этого нарушения, кроме того, обращает на себя внимание скорлуповатый характер поверхности взбрасывателя, круто поставленной в лобовой части и быстро переходящей к горизонтальному положению с послойным перемещением у шарнира (**22**; 28) нарушения. Такая ориентировка поверхности взбрасывателя, очевидно, весьма характерна для нашего района, так как в ряде случаев зафиксирована и на Черемховских копях (**19**; фф. 17—19). Однако, понятное смятие и раздробление пород, участвующих в таких нарушениях, влечет за собой быстрое выветривание и заволакивание их осыпями и даже растительностью, что служит причиной сравнительно редкого в Иркутском угленосном бассейне сохранения этих тектонических форм.

К данному выше краткому описанию тектонических нарушений необходимо добавить еще характеристику связанных с ними деформаций в породах. Здесь нужно указать прежде всего образование часто многочисленных и различно ориентированных, то правильных, то неправильно изогнутых, как-бы червеобразных, всегда небольших трещин, выполненных чаще всего кремнем, кальцитом и халцедоном, реже колчеданом. Очень распространены целые зоны смятия, которыми сопровождаются многие нарушения, и которые выражаются развитием давленых тонкоплитковатых, нередко даже сланцеватых известняков, а иногда типичных тектонитов в виде почти черных глинистых сланцев, образующих оторочку вдоль поверхности перемещения. В лежачем боку трещин перемещения развиты, кроме того, нередко достигая значительной мощности, различные тектонокласты, как перебитые и разрушенные известняки и известковые рухляки, сцементированные глиной, и особенно брекчиевидный конгломерат, слабо сцементированный тонкоперетёртым слюдоподобным аггрегатом пелита. Большим распространением пользуются также ячеистые и ноздреватые известняки, причем пустоты этих пород, как и упомянутые выше трещины, очень часто бывают выполнены окислами железа в виде охры или бурого железняка, гипсом или кальцитом. Последнее показывает, что с тектоническими трещинами и зонами смятия всегда связана энергичная циркуляция подземной воды. Пример этого мы имеем как в пономаревской флексуре, где наблюдается большое количество тонких кремнистых жилок, так и в полосе нарушений выше с. Олонки, где, наряду с перетертым брекчиевидным конгломератом, развит горизонт с гипсом и охрой, достигающий местами мощности 60 см.

Простирание описанных выше складок, флексур и связанных с ними взбросов колеблется в пределах азимутов : 35°—60°, и, в среднем, может быть принято СВ : 50°, которое встречается чаще других.

Все сказанное выше о Черемховском районе дает нам основание выделить из его состава обособленную в тектоническом отношении юго-восточную окраину и охарактеризовать ее, как площадь довольно значительных нарушений, с многочисленными, хотя в большинстве случаев и пологими, но часто сильно перемятыми складками, нередко дающими трещины взбросов. Кроме того, сохранение указанных особенностей тектонического строения на участках долин рр. Ангары и Б. Белой, связанных один с другим СВ азимутом, позволяет допускать, что наиболее крупные полосы нарушений выдерживаются здесь на обширном пространстве, и вместе наметить важнейшие линии нарушений на геологической карте фиг. 1 по вышеуказанному среднему азимуту СВ : 50°. Эти тектонические линии дают уже некоторое объяснение многим фактам, связанным с историей Иркутского солеваренного завода.

Так, в окрестностях ст. Мальты и с. Тайтурки давно были известны соляные ключи и солончаки, выступающие по речке Мальтинке и рч. Усолке. Один из таких солончаков находится на левой стороне р. Б. Белой, между с. Тайтуркой и железнодорожной линией, у устья Балаганской пади. Здесь был заложен неглубокий шурф, встретивший соленую воду. А в небольшом расстоянии от этого пункта соляные ключи обнаружены в самом русле р. Белой при углубке котлована под устой железнодорожного моста (**47**). На геологической карте очевидно, что солончаки и выходы соляных ключей с. Тайтурки связаны с тектонической полосой нарушений пономаревской флексуры.

Непосредственно ниже с. Тайтурки, с правой стороны в р. Б. Белую впадает небольшая рч. Усолка, с которой также связан ряд сведений о солончаках и соляных ключах, особенно развитых в верхнем течении названной речки, где были найдены даже остатки старой варницы. А в 1912 г., в связи с вопросом о постройке нового солеваренного завода в Усолье, в Горном Департаменте появилась мысль о перенесении этого завода к ст. Мальте и была проведена скважина в верховьях рч. Усолки, в расстоянии около 3 кл. от этой станции (**23**). На геологической карте фиг. 1 верховья рч. Усолки сечет новая полоса нарушений, намеченная на основании ряда складок и взбросовых перемещений в районе верхнего крыла Бадайской излучины р. Б. Белой, на участке между б. зав. Тихомирова и пос. Бадай.

В окрестностях той же станции Мальты, через нижнее течение рч. Мальтинки проходит еще одна полоса нарушений, идущая от описанной выше системы складок и взбросов в вершине Мальтинской излучины На СВ она пересекает р. Ангару с рядом перемятых складок ниже с. Олонок, а на ЮЗ идет через низовье рч. Мальтинки, где тоже известны солончаки и колодец с соленой водой.

Перечисленные выше полосы тектонических нарушений охватывают в каждом частном случае целые системы перемятых зон, складок и взбросов и обязаны своим происхождением до-юрской и частью после-юрской, вероятно меловой, фазе складчатости, так как в ней всегда участвуют и юрские отложения.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РАЙОНА УСОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.

Тектоника.

Данный выше краткий геологический очерк Черемховского района, сведенный, главным образом, к обзору его тектонического строения, приводит нас к геологии Усольского месторождения, так как основным элементом и здесь является тектоника, в которой находят свое надлежащее разрешение вопросы о

подземной циркуляции вод, о восходящих токах соляных рассолов и выходе их на дневную поверхность в виде соляных ключей, т. е. те вопросы, с коими связана вся история Иркутского солеваренного завода.

Общая схема строения этого месторождения после изложенного представляется нам очень простой, так как Усольский район составляет нормальный отрезок того же юго-восточного крыла Буреть-Бельской антиклинали, повторяющий все те особенности его строения, которые вкратце описаны выше. Для выяснения этих особенностей наиболее поучительным является левый берег р. Ангары, вблизи которого расположен и солеваренный завод и усольский курорт. Что же касается правого склона, то, как и в других участках верхнего течения этой реки, он достигает здесь довольно значительной высоты, до 70 и более метров, часто довольно крут и богат естественными выходами горных пород, и в этом отношении представляет большой интерес для исследователя. Но он нацело сложен юрскими отложениями, во многих горизонтах диагенетически сравнительно слабо закрепленными, а в поверхностных выходах почти или даже совсем рыхлыми, и потому представляет мало благоприятного для изучения тектоники: даже самые слабые тектонические нарушения в юрских породах почти всегда замаскированы осыпями и, быстро покрываясь растительностью, совсем недоступны для их изучения. Отсюда, при выяснении тектоники каждого участка в Иркутском угленосном бассейне неизбежно приходится обращаться к палеозою, который в окрестностях гор. Усолья развит только на левом склоне р. Ангары. Этот склон в большинстве случаев очень пологий и отличается небольшими высотами, редко превышающими 10—15 м. над уровнем реки. Все же он имеет ряд естественных выходов горных пород, обнажающих выше курорта и солеваренного завода исключительно юрские отложения, а ниже по долине, главным образом, палеозойские известняки, которые, в связи с данными старых разведок и небольших разведочных работ 1925 г., дают фактический материал, достаточный для построения ряда продольных и поперечных разрезов месторождения.

На фиг. 9 изображен продольный разрез этого склона, дающий общее представление о тектоническом строении района месторождения. Разрез захватывает отрезок долины от з. Зайцева до с. Мальты (ф. 2), который может быть охарактеризован следующим образом [1]).

У крайнего нижнего пункта разреза, у з. Нечаева, имеет место, очевидно, синклинальная складка, так так известняки, ниже и выше заимки достигая в обнажениях высоты 10—15 м., вблизи заимки внезапно исчезают, и место их у берегового обрыва занимает юрский глинистый конгломерат, переслаивающийся с выветрелым аргиллитом, дающим хорошую огнеупорную глину, развитую до горизонта луговой террасы. По огнеупорной глине был заложен сохранившийся шурф, установивший продолжение ее на глубину, но из-за сильного притока воды не дошедший до почвы пласта. Вскрытая у шурфа толща глины падает на СЗ:300° под углом 20°—25° [2]). Выше з. Нечаевой известняки довольно быстро поднимаются над долиной реки и на значительном расстоянии залегают почти совершенно спокойно, лишь местами обнаруживая небольшое падение на ЮВ или СЗ. Так, против верхней части о-ва Лиственичного (фиг. 2) известняки падают под углом всего в 4° на юго-восток; а в двух верстах выше, при той же величине наклона, они падают на СЗ и имеют простирание СВ:60°. Направление падения пород меняется несколько

---

[1]) Вследствие важности вопроса о тектонике Усольского месторождения излагаемый ниже фактический материал нанесен на двухверстную карту района (фиг. 2).

[2]) При несомненном первичном нарушении слои, вероятно, испытали здесь и некоторое вторичное смещение.

раз, но чаще наблюдается уклон на юго-восток, и это продолжается до небольшого острова р. Ангары против з. Зайцева, где породы падают на ЮВ под углом в 4°. На протяжении около 3 кл. от з. Нечаева до з. Зайцева выступает, таким образом, почти непрерывное обнажение известняков, поднимающихся над долиной реки на высоту до 5—15 м., соответственно очень пологому антиклинальному поднятию, которое можно назвать антиклиналью Зайцева.

Смена вышеупомянутой синклинали з. Нечаева антиклинальным поднятием влечет за собою и заметное изменение рельефа местности, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. Синклиналь з. Нечаева, с погружением известняков под уровень р. Ангары, вызывает сильное понижение склона, а вследствие развития над погрузившимися известняками слабых юрских глин и галечников долина образует здесь, кроме того, довольно глубокий залив (фиг. 2). И, наоборот, небольшая антиклиналь Зайцева, вызывая поднятие склона, сопровождается вместе с тем и заметным наступанием его в сторону долины. Генетическую связь с тектоникой, как это было отмечено выше для Черемховского района, можно усматривать даже и в мелких элементах рельефа. Например, в средней части той же антиклинали Зайцева наблюдается заметное понижение второго порядка, и его можно отнести за счет мелких складок или даже небольших взбросов, на что могут указывать развитые здесь ключи подземной воды. Но в особенностях вертикального расчленения левого склона долины, наряду с этим, отражается и литологический состав подлежащих формаций. Так, образование во многих местах долины неширокой луговой террасы, с отходящим вглубь материка уступом невысокого левого склона, обязано часто развитию в составе известняков двух разностей этой породы: луговая терраса, возвышающаяся над уровнем р. Ангары всего на 1—2 м., обычно слагается более или менее массивными серыми известняками, а отступивший вглубь склона уступ, поднимающийся над террасой на 8—12 м., всегда сложен плитковатыми мергелистыми известняками серого и светло-серого цвета, которым обязано большое количество работающих здесь известковообжигательных печей и каменоломен.

Непосредственно выше з. Зайцева левый склон р. Ангары, согласно с указанным ЮВ падением пород, опять сильно понижается; известняки совсем исчезают; в редких небольших обрывах и овражках выступает песчано-галечниковый делювий юры, и, соответственно новым геологическим условиям, самый склон долины сильно отступает на запад под напором вод Ангары, быстро размывающей рыхлую юрскую толщу. Мы имеем здесь, вероятно, вторую синклиналь, которую можно назвать синклиналью Березовой, так как против нее находится о-в Березовый.

Против верхней половины того-же Березового о-ва известняки снова поднимаются из-под уровня реки и, выдерживаясь на высоте около 8—10 м. на протяжении до 1,5 кл., образуют т. наз. Известковый мыс, довольно резко выдвигающийся в долину р. Ангары (фиг. 2). В нижней части этого мыса, где он поднимается наиболее высоко, имеется большая каменоломня, в которой породы дают простирание СВ:20°, с падением на восток под углом около 10°. Там-же зафиксированы направления трещин и поверхностей отдельности: СЗ:300°, с вертикально ориентированными трещинами, СВ:22°, с падением трещин на запад под углом в 60° и редко наблюдающееся в районе меридиональное направление. Хорошие обнажения известняков дают каменоломни и верхней более низкой половины мыса, где они имеют простирание СВ:70°, с углом падения на ЮВ в 6°, и трещины отдельности, ориентированные чаще всего по азимутам СВ:50° и СЗ:320°. Изредка здесь же наблюдаются трещины отдельности азимутов: СВ:25° и СЗ:300°. Известняки мыса представлены теми же разностями породы: у основания склона развиты мас-

сивные, а в верхней половине—мергелистые и тонкоплитковатые. Но вследствие вероятного развития здесь складчатости второго порядка, породы эти не оказывают сколько-нибудь заметного влияния на вертикальное расчленение склона.

У протоки между Березовым и Спасским островом (фиг. 2) Известковый мыс, соответственно с падением пород на ЮВ, постепенно понижается, склон долины сильно отступает, образуя луговую и местами болотистую террасу шириной до 150 м., и известняки, погрузившиеся под уровень р. Ангары, опять уступают место песчаногалечниковым и глинистым юрским отложениям. После антиклинали Известкового мыса мы имеем здесь, очевидно, новое синклинальное понижение, которое следует назвать Варничным, так как непосредственно против него, за неширокой протокой р. Ангары, расположен Варничный о-в и на нем солеваренный завод. Понижение Варничной синклинали, осложненной, судя по рельефу [1]), небольшими складками второго порядка,— что подтвердилось данными канав и закопушек 1925 г., продолжается на протяжении около 1 кл., до средней части парка усольского курорта, где на высоте около 6 м. над уровнем реки выступает интересное обнажение известняков с ясно выраженным взбросом простирания СВ : 50°. Это обнажение отвечает небольшой «Курортной» антиклинали, за которой следует сжатая, но довольно глубокая синклиналь «Алмазная», так как на ней заложена алмазная скважина Войслава, встретившая палеозойские известняки на глубине 34 метров. В расстоянии около 200 метров от Курортной антиклинали имеет место того же типа смятая «антиклиналь понтона» (у понтонного моста), которая слабо отражается на рельефе местности, но установлена рядом курортных построек и разведкой горн. инж. *А. И. Сссова* в 1895 г. (**45**), встретившей известняк у самого уровня р. Ангары. На основании данных глубокого бурения на Варничном острове можно считать весьма вероятным, что и эта антиклиналь разбита трещинами взбросов. Непосредственные же наблюдения выхода известняков с хорошо сохранившимся взбросом в Курортной антиклинали, а также ориентировка тектонической трещины с выходами соляных ключей, прорезающей протоку р. Ангары сразу выше понтона, показывают, что оси названных складок имеют простирание, близкое азимуту СВ : 50°.

Выше солеваренного завода и парка курорта палеозойские известняки погружаются уже на довольно большую глубину, и о тектоническом строении местности, расположенной выше по р. Ангаре, приходится судить по выходам юрских пород, учитывая вместе с тем и характер рельефа, который, как это видно из предыдущего, в нашем районе всегда находится в связи с тектоникой. Но по указанным уже особенностям слабых и легко-разрушающихся юрских пород детали строения этой части разреза нам не доступны, и мы можем судить лишь об основных чертах его, которые сводятся к следующему.

Глубина погружения палеозоя выше курорта довольно быстро достигает величины до 40 м., как это видно из данных разведки 1915 г. на Спасском о-ве (**45**). Эти новые условия залегания палеозоя, без заметных в чем либо колебаний, продолжаются на участке около 1,5 кл. длиной, который может быть назван Яманьей синклиналью, так как он находится против Яманьего острова. У спичечной фабрики отступивший перед этим сглаженный и пониженный склон р. Ангары вновь подступает к современному руслу, образуя небольшой мыс, отвечающий началу вероятной здесь антиклинали Спасского острова. Мыс имеет небольшую высоту до 8 м. над уровнем реки и сложен юрскими породами, полого падающими на ЗСЗ под углом в 11°, и разбитыми

[1]) Очень часто наблюдаемая и много раз отмеченная выше зависимость рельефа от тектоники дает нам некоторое основание судить и обратно, о тектонике по рельефу.

двумя системами трещин отдельности простирания СЗ : 300° и СВ : 10°—15°. Непосредственно перед мысом и выше него выходят довольно сильные ключи пресной воды. Антиклиналь Спасского о-ва, судя по довольно выдержанному характеру склона, остающегося в пределах той-же высоты и близости к руслу реки, продолжается вверх по крайней мере на 1,5 кл., давая ряд обнажений юры. Наиболее интересное обнажение находится в средней части этого расстояния, где юрские песчаники имеют простирание СЗ : 320° и падают на ЮЗ под углом 15°—17°. Те же песчаники обнаруживают очень хорошо выраженные трещины отдельности простирания СВ : 45°—50°. Вблизи этого обнажения выходит ключ напорной слабо соленой воды. Последний пункт совпадает с небольшим вероятным понижением антиклинали, после чего она медленно снова поднимается, достигая максимума поднятия перед широким Тельминским болотом, в 1,5 кл. ниже с. Тельмы. Левый склон р. Ангары подступает здесь к самому руслу, достигает высоты 15 м., очень крут и дает прекрасное обнажение юры длиной до 100 м. Обнажение сложено однообразными серыми слюдистыми кварцево-полевошпатовыми мелкозернистыми песчаниками и разбито трещинами отдельности двух направлений: СВ : 50°—65° и СЗ : 320°. С азимутом СВ : 50° связан, кроме того, ряд дизъюнктивных нарушений, сопровождающихся полосами перетирания пород и падающих на ЮВ под углом в 15° и 45°. Вверх по реке обнажения резко обрываются, и крутой склон долины внезапно переходит в обширную болотистую низину, продолжающуюся около одного километра и, наконец, сменяющуюся высоким поднятием Тельминского мыса.

Указанного фактического материала, конечно, недостаточно для построения второй половины нашего разреза. Вероятно все-же, что на этом участке слабее развиты смятые складки и взбросы, которые имеют место около парка курорта; вероятно также, что довольно глубокое погружение палеозоя, установленное разведкой в пределах Яманьей синклинали, сохраняется и на площади Тельминского болота за резким обрывом Спасской антиклинали.

Рассмотренный выше продольный разрез левого склона р. Ангары от з. Нечаевой до с. Тельмы показывает, что описанное в предыдущей главе тектоническое строение юго-восточного крыла Буреть-Бельской антиклинали сохраняет свои черты и в Усольском районе: продолжая погружаться под уровень р. Ангары, палеозойские известняки образуют систему складок второго порядка, которые, оставаясь очень пологими в общем, местами выражены более резко, обнаруживая иногда и явления взбросов, как это имеет место в парке курорта. Аналогию в основных чертах складчатости мы имеем достаточно оснований продолжить и дальше, до степени гомологии, так как основные элементы складчатости Усольского района, как и ниже по р. Ангаре, ориентированы по общему азимуту СВ : 50°, или в близких к нему направлениях. Это, действительно, наблюдается во многих из вышеуказанных пунктов, и особенно в тех из них, где выступают наиболее резкие нарушения, а также и там, где выходы пород отличаются наибольшей сохранностью. На то же направление складчатости указывают и зафиксированные трещины отдельности, являющиеся одним из выражений тангенциального давления, и ориентированные во многих случаях также по азимутам—СВ : 50°—60°. Но помимо СВ направления складчатости, в нашем районе, несомненно, имеются и другие, на что указывают непосредственные измерения как залегания слоев, давшие азимуты простирания их—СЗ : 300°—320° и СВ : 20°, так и трещин отдельности, часто ориентированных в направлениях—СЗ : 300°—320°, а иногда СВ : 10°, 15° и 25°, и даже меридионально. Все это указывает на значительную сложность тектонического строения района и ставит вопрос о других направлениях складчатости и их возможном значении для Усольского месторождения.

В описании тектоники Черемховского района было указано, что наряду с северо-восточной там имеет существенное значение и северо-западная склад-

чатость, образующая большую Булайскую антиклиналь. Чтобы судить о возможной роли этой складчатости в Усольском районе, необходимо проследить хотя бы один естественный разрез палеозоя в СВ направлении, секущем СЗ складчатость. В непосредственной близости к г. Усолью такого разреза, к сожалению, нет; но его дает низовье р. Б. Белой, в расстоянии от Усолья около 10 кл. В самых общих чертах он может быть охарактеризован следующим образом. Современная долина р. Б. Белой, подчиняясь северо-восточной складчатости, делает в нижнем течении две резко выраженных излучины (фиг. 1), и в интересующем нас северо-восточном направлении идет только в их вершинах и в самых низовьях реки. В вершине первой излучины, ниже с. Мальты, условия залегания пород очень спокойны: палеозойские известняки, слагающие пониженный правый склон долины высотой всего 5 — 6 м., весьма полого падают на СВ. Но у уроч. Ключи, с поворотом долины на СЗ, они уступают место юрским породам, имеющим, в связи с описанной выше полосой Мальтинских нарушений, СВ простирание. Никаких более значительных нарушений северо-западного направления здесь не заметно. Вершина второй излучины, выше пос. Бадай и Мальтинского завода, характеризуется несколько иначе: на всем расстоянии северо-восточного отрезка этой излучины палеозойские известняки выступают на левом склоне долины, образуя высоты до 8—10 м., и отличаются пологим падением то на СВ, то на ЮЗ, с преобладанием последнего направления и углом наклона, не выходящим из пределов 3° — 5°, и только у крайнего СВ конца названного отрезка, у Мальтинского завода, известняки образуют несколько довольно резко выраженных, но небольших северо-западных складок. Участок долины ниже пос. Бадая снова характеризуется более или менее выдержанным на расстоянии до 2 кл. падением на СВ, с чем связано быстрое понижение правого склона и вероятное довольно глубокое погружение известняков. Но в самых низовьях реки породы приобретают обратный уклон на ЮЗ, известняки быстро опять поднимаются, образуя на левом склоне значительные высоты, достигающие до 20—30 м.

В низовьях р. Б. Белой, таким образом, намечаются две очень пологих мульды СЗ простирания. Эти мульды, и особенно первая из них, выражены, правда, очень слабо и могли бы быть отнесены даже за счет первичных неровностей дна моря. Однако, согласное участие в пологом наклоне значительных толщ известняков, а также нередкие мелкие, но довольно резко выраженные нарушения пород, всегда согласованные с общим пологим уклоном всей толщи, склоняют нас в пользу тектонического происхождения намеченных мульд.

Описанный участок р. Б. Белой азимутом 320°, характерным для СЗ складчатости, проектируется на район Усольского месторождения. Но, так как ближайшие точки участка находятся от г. Усолья в расстоянии 6—7 кл., то тектонические условия этого участка для нашего месторождения могут приниматься только, как вероятные, требуя возможной поверки на основании существующего фактического материала. Такую возможность дают разведочные скважины на Спасском о-ве и глубокая скважина Бархатовской копи. На фиг. 10 представлен схематический разрез, основанный на данных этих скважин [1]). Он дает поперечное сечение р. Ангары и вырисовывает очень

[1]) К сожалению, ни одна из этих скважин не дошла до палеозойских известняков. Однако, большая часть из них остановилась на горизонте т. наз. брекчиевидного конгломерата, который всегда почти подстилает юру, и, отличаясь везде очень небольшой мощностью, редко превышающей 2 — 3 м., определенно указывает на близкое положение известняков. Последнее соображение дает нам основание в приближенной схеме фиг. 10 принять глубину таких скважин приблизительно равной глубине залегания известняков.

слабо очерченную мульду второго порядка, переходящую затем, после пологого перегиба, в довольно глубокую синклиналь ближе к Бархатовской копи. Спокойный характер погружения палеозоя на СВ подтверждается как геологическими условиями низовьев р. Б. Белой, так и данными наблюдений последних лет в Иркутском угленосном бассейне, согласно которым северо-восточные крылья северо-западных поднятий всегда отличаются наиболее пологими и спокойными формами залегания.

Тот-же разрез вместе с тем показывает, что Усольский район действительно расположен на северо-восточном крыле упомянутой в начале настоящей статьи северо-западной Булайской антиклинали, а также выясняет происхождение тех азимутов северо-западного простирания и трещин отдельности пород, которые наблюдаются в этом районе. Вместе же с элементами СВ складчатости он дает достаточное объяснение и другому факту, составлявшему одну из загадок Усольского месторождения, а именно: развитию на правом склоне р. Ангары мощной толщи юрских отложений, опускающихся у Бархатовской копи на глубину до 100 м., в то время, как в усольском курорте на дневную поверхность выступают палеозойские известняки, пользующиеся широким распространением и ниже по левому склону (фиг. 2). Это соотношение между правым и левым склоном р. Ангары обращало внимание всех исследователей, так или иначе подходивших к геологии Усольского месторождения и в большинстве случаев видевших в нем выражение крупного сброса, вызвавшего погружение палеозоя правого склона на глубину до 100 м. В настоящее время нет нужды искать здесь признаков сброса, так как указанное соотношение склонов р. Ангары находит свое простое объяснение в выясненных выше чертах геологического строения месторождения, являясь геометрическим следствием двух вышеуказанных направлений складчатости и рельефа местности. В самом деле, вхождение Усольского района в состав юго-восточного крыла Буреть-Бельской антиклинали и северо-восточного крыла Булайской антиклинали, при меридиональном направлении долины р. Ангары ниже г. Усолья, делает совершенно понятным, что изогипса погружения известняков под уровень р. Ангары сечет долину ее под очень острым углом, как это показано на фиг. 2, где эта линия нанесена частью на основании личных наблюдений автора, частью-же по расспросным данным местного населения о выходах «известкового камня».

Что касается, наконец, направлений складчатости, близких к меридиональному простиранию, в Усольском районе чаще следующих азимутам 10°—20°, то нужно заметить, что в Иркутском угленосном бассейне эта складчатость встречается редко. Кроме того, весьма вероятно, что складчатость указанных азимутов относится к новейшей эпохе четвертичного периода и отличается очень небольшой напряженностью, захватывая лишь верхние горизонты юры, с быстрым затуханием на глубине.

На основании всего сказанного и данных позднейших исследований в Иркутском бассейне возможная роль складчатости разных направлений в генезисе нашего месторождения может быть охарактеризована следующим образом. Новейшая складчатость направления, близкого к меридиональному, в вопросах генезиса месторождения может быть совсем не учтена, так как она быстро затухает на глубину. Складчатость СЗ направления является очень древней, и первые ее проявления в Иркутском бассейне могут относиться к самому началу палеозоя. Ей принадлежат широкие и пологие складки, выдерживающиеся на протяжении свыше 100 кл., и уже по одному этому захватывающие, вероятно, всю толщу иркутского палеозоя. Отсюда понятно, что и при том пологом уклоне палеозоя, в котором, главным образом, она находит свое выражение в Усольском районе, ей может принадлежать существенная роль в пластовой циркуляции рассолов. Но все особенности режима ключей, колодцев

и скважин Усольского месторождения, как и подземной циркуляции вод, больше всего должны быть связаны с СВ складчатостью, проявившейся здесь наиболее резко, положившей наибольший отпечаток на орографию местности и текстуру подлежащих пород. Принимая во внимание эту роль СВ складчатости, на ней мы остановимся подробнее.

Фактический материал исследований позднейшего времени дает основание утверждать, что складчатость СВ направления в Иркутском угленосном бассейне проявлялась несколько раз: одна из фаз этой складчатости закончилась накануне озерной эпохи средней юры, а последняя была значительно позже, вероятно, уже в меловой период, когда она захватила и юрские отложения. Первая фаза складчатости [1]) произошла, очевидно, незадолго до образования иркутских юрских озер, так как даже при слабом, вообще говоря, ее проявлении денудация не успела уничтожить созданные ею пологоволнистые формы рельефа, и она оказала большое влияние на фациальное распределение угленосных юрских осадков. Однако, и в тот короткий промежуток времени, который прошел до отложения этих пород, денудация накопила заметное количество элювиального и делювиального материала, снесла его затем в синклинальные понижения или новые депрессии, которые она легко создавала вдоль участков тектонически смятых пород. Отсюда, профиль палеозоя, представленную на разрезах фиг. фиг. 5, 6 и 7, нужно понимать только как средне-юрский рельеф поверхности и вместе с тем рельеф дна юрского озера, в котором находят свое выражение с одной стороны смягченные формы СВ складчатости (фиг. 9), а с другой вторичные депрессии, вдоль зон сильного смятия, отпрепарированных денудацией,—чему, например, в значительной мере нужно приписать образование глубокой и узкой впадины Алмазной синклинали [2]).

После того СВ. складчатость повторилась много спустя после озерной эпохи юры, вероятно, уже в меловой период, когда угленосные отложения диагенетически уже более или менее окрепли. Этой новой фазе обязаны, вероятнее всего, главным образом, дизъюнктивные проявления складчатости и связанные с ними перемятые зоны пород как в юрской, так и в подлежащих палеозойских формациях. Последнее положение делает меловую фазу СВ. складчатости особенно важной для Усольского месторождения, так как с ней должны быть связаны те тектонические трещины и зоны смятия, которые служат проводниками рассолов.

Таким образом, фактический материал полевых наблюдений в окрестностях месторождения дал нам возможность представить схему тектонического строения района, имеющую, впрочем, весьма приближенное значение по указанным выше соображениям. Но, пользуясь материалами глубокого бурения, а также данными небольшой разведки 1925 года, эту схему мы можем в некоторой мере уточнить, особенно в наиболее ответственной части ее, у Варничного о-ва и парка курорта.

Соответственно выясненной выше роли различных направлений складчатости, главной задачей разведочных работ 1925 г. было поставлено: получение данных для построения точного разреза по левому склону р. Ангары в той части его, которая северо-восточной складчатостью связана с Варничным островом; а также увязка этого разреза с разрезом о-ва на основании

---

[1]) Мы оставляем здесь без рассмотрения древнейшие фазы этой складчатости, первые проявления которых относятся, вероятно, к палеозою.

[2]) В связи с таким толкованием разреза левого берега р. Ангары выражение «верхняя граница» палеозоя, употребляемое в настоящей статье, нужно понимать как термин гипсометрический, а не стратиграфический.

данных бурения прежних лет, и, таким образом, определение положения каждого колодца и каждой глубокой скважины в полученной тектонической схеме [1]).

Данные этих работ, а также материалы старых разведок послужили основанием для построения ряда нижеописанных разрезов.

Разрез фиг. 11 построен от точки пересечения понтоном левого берега р. Ангары и дальше вниз по реке, по кривой линии берега до первого естественного выхода палеозоя в Известковом мысу. Над разрезом черными кружками показаны все глубокие скважины Варничного о-ва. Они спроектированы на левую сторону р. Ангары по линии азимута СВ: 47°, который принят для этого небольшого участка района как среднее из азимута 50°, наблюдающегося в обнажениях парка курорта, и азимута линии естественных выходов соляных ключей, которая, по многолетним наблюдениям горн. инж. *А. И. Сосова*, (46; 14) идет в направлении СВ: 45° [2]). Из разреза очевидно то положение, какое занимают глубокие скважины в обрисовавшихся складках. На фиг. 12. построен также разрез Варничного о-ва по линии скважин: № 1, № 3 и скв. Бродовича. Расположенная в стороне от линии разреза скв. № 2, спроектирована на нее по принятому азимуту СВ: 47°. Принятый на разрезах искаженный масштаб, с отношением длины к высоте, равным $^1/_{10}$, дает неправильное представление о Ю. части разрезов, где имеют место наиболее сжатые складки. Поэтому на фиг. 11-а помещен третий разрез небольшого участка курорта, с нормальным отношением масштабов длин и высот, равных масштабу длин двух первых разрезов.

Полное соответствие разрезов Варничного о-ва и левого склона реки не оставляет сомнения. Более значительные расстояния между скважинами в разрезе Варничного о-ва объясняются тем, что принятое здесь направление разреза сечет азимут СВ: 47°, по которому спроектированы эти скважины на разрез левого склона, под очень острым углом,—почему и складки этого разреза являются несколько растянутыми. Что касается более глубокого залегания в соответственных складках верхней границы палеозойских известняков, показанного на разрезе Варничного о-ва, то оно находит свое объяснение в выясненном уже выше общем погружении палеозоя на СВ.

Некоторым дополнением и вместе контролем для построенных разрезов является еще разрез по северовосточной окраине Варничного о-ва, по линии:

---

[1]) Нужно заметить, что эти работы первоначально расчитанные на бурение двумя станками Войслава в пределах глубины от 5 до 20 м., проходили в очень неблагоприятных условиях. На солеваренном заводе станка не оказалось. Пришлось доставать приборы на Черемховских копях, откуда, однако, удалось получить только один, да и тот с изношенным и неполным набором. После долгих усилий технику *К. Д. Егорову* удалось, наконец, поставить этот станок на работу около половины июля. Второго станка до конца лета получить не удалось. Этими затяжками и неполадками в организации бурения объясняется очень скромный масштаб всей работы, проектировавшейся довольно широко. Вначале предполагалось, как минимум, проведение двух линий скважин, которые могли бы дать достаточно точное представление о тектонике Варничного о-ва: одна по левому берегу р. Ангары и другая по СВ берегу Варничного или ближайшему берегу Спасского о-ва. Однако выяснившаяся невозможность получения второго станка быстро заставила отказаться от бурения на В берегу Варничного о-ва, где первые же две скважины встретились с значительным горизонтом галечника, сильно задерживавшего ход работы. Бурение, поэтому, было перенесено на левый склон Ангары; вдоль же берега Спасского о-ва был задан ряд закопушек, имевших целью нащупать палеозой; но они не дали никакого результата. Бурение по левому склону шло удачнее: в течение полуторых месяцев здесь было пройдено тринадцать скважин глубиною от 2 до 7 метров, давших очень ценный материал, но, к сожалению, захвативших только часть левого берега, находящуюся против Варничного о-ва. Для геологического освещения участка того же берега ближе к Известковому мысу, ввиду отсутствия второго бурового станка, решено было применить систему канав и закопушек, которые, понятно, дали менее точный материал. Кроме указанных работ, были произведены расчистки в парке курорта, вскрывшие перебитую толщу известняков.

[2]) Принятие этого азимута не исключает возможности и несколько иной ориентировки отдельных нарушений,—на что указывает, например, явление отдельности в известняках, которое нередко дает азимуты 60° и даже 65°.

скв. № 5, 1915 г., рассольный колодец № 3, скв. № 2, 1925 г. и скв. № 1. Разрез этот, построенный на фиг. 13, в грубом виде намечает те-же тектонические элементы.

Наконец, на фиг. 14 дана схематическая зарисовка перемятой складки известняков в парке курорта, с ясно выраженным взбросом в замке и сильным смятием на юго-восточном крыле. Перемятая полоса этой складки отличается сильным окремнением известняков, развитием кремнистых, в большинстве случаев неправильных, жилок и линз, а также большим развитием глины, часто перетертой, превращающей местами известняк в известняковый рухляк. В СЗ крыле обращает еще внимание неравномерная величина наклона известняков, у трещины взброса достигающая 50°, а с удалением от нее падающая до 9°. Простирание этого взброса СВ: 50°.

Ряд только что приведенных новых разрезов месторождения по выясненным выше причинам дает также лишь приближенное представление о складчатости усольских формаций, которая в действительности должна быть несколько более резкой. И после анализа стратиграфического состава месторождения мы увидим, что могут быть иные толкования и масштаба и форм складчатости (фиг. 17)[1]). Все же эти разрезы подтверждают, в общем, ту схему складчатости, которая была намечена на фиг. 9. на основании лишь полевых наблюдений. Но ни эти разрезы, ни приведенный ранее материал о тектонике Черемховского района не решают вопроса о величине вертикальных перемещений слоев пород в связи с нарушениями, и, тем более, о той глубине, на какую проникают эти нарушения в толщу палеозоя,—что имеет большое значение для понимания месторождения. Ввиду этого ниже сделана попытка возможного разрешения этих вопросов на основании имеющегося в нашем распоряжении фактического материала.

Основным здесь является вопрос о связи тектонических нарушений, наблюдаемых вблизи дневной поверхности, с глубокими горизонтами, где залегает соленосная толща, или, иными словами, о тех путях, которые служат проводниками соляных рассолов с большой глубины. Эту связь естественно прежде всего поставить в зависимость от масштаба и интенсивности зафиксированных нарушений. С этой точки зрения приведенный выше фактический материал дает скорее отрицательный ответ на поставленный вопрос, так как очень малая интенсивность всех зафиксированных нарушений может вызвать сомнение в каком-либо значении их для восходящих токов рассолов. Однако, при изучении рудных месторождений часто применяется другой метод решения вопроса о продолжении на глубину тектонических трещин и связанных с ними рудных жил. Обыкновенно принимают, что жилы, прослеженные на более или менее значительное расстояние по простиранию, имеют значительное развитие и в глубину; жилы же короткие быстро теряются с глубиной (24; 7). Нарушения Усольского месторождения по этому признаку должны иметь значительное развитие на глубину, так как некоторые из них прослеживаются на большое расстояние по простиранию. Это было отмечено и в геологическом описании Черемховского района, где многие полосы нарушений прослеживаются на расстоянии более 10 кл., как показано на карте фиг. 1., а основные элементы складчатости погружающегося на ЮВ крыла Буреть-Бельской антиклинали выдерживаются на всем водораздельном пространстве р.р. Ангара—Белая. В полной мере это относится и к району Усольского месторождения, которое входит в состав того же ЮВ крыла Буреть-Бельской антиклинали, сохраняющего и здесь все особенности его тектонического строения. Из отдельных же нарушений месторождения лучше других прослеживается по простиранию главная полоса нарушений, идущая от парка курорта через верхнюю половину Варничного о-ва и перекидывающаяся на Спасский о-в и даже

[1]) См. стр. 37.

на правый берег р. Ангары. С ней связан ряд давно зафиксированных естественных выходов соляных ключей, известных в парке курорта, на Варничном и Спасском о-ве, а также солончаков правого берега реки у деревни Бархатовой. Кроме того, по данным горн. инж. *А. И. Сосова*, линия выходов соляных ключей, ориентированная по азимуту 45°, прослеживается по простиранию от парка курорта на расстоянии более 1 кл. Таким образом, по крайней мере, важнейшие нарушения Усольского месторождения имеют довольно большое развитие по простиранию, и потому нужно ожидать значительного развития их и на глубину.

Этот вывод вполне совпадает и с данными глубокого бурения, которые также позволяют сделать некоторые заключения о тектоническом строении палеозойских известняков на большой глубине. В этом отношении наибольшего внимания заслуживают материалы Алмазной скважины, единственной из всех глубоких скважин Усолья, давшей образцы пройденных пород в виде буровых колонок, представляющих вполне достоверный материал. В разрезе этой скважины, подробно разобранном в главе о стратиграфии, мы находим следующие указания.

1. На горизонте 55 м. скважина проходит смолистый и ниже кремнистый известняк с вертикальными жилками кальцита, всего мощностью . . . . . 5 м.

2. Горизонт 77 м. отмечен признаками рассола: «колонка насыщена солью» [1]).

3. На 79,60 м. Разрушенный известняк . . . . . 0,66 м.

4. » 90,87 м. Кремнистый известняк с колчеданом в вертикальных трещинах . . . . . 2,47 м.

5. На 99,02 м. Кремнистый известняк с вертикальными трещинами и «червяками» кремня . . . . . 1,17 м.

6. На 102,67 м. То-же . . . . . 0,51 м.

7. » 106,95 м. Кремнистый известняк с вертикальными трещинами 1,12 м.

8. » 112,43 м. Ноздреватый известняк с вертикальной жилкой кальцита и солью . . . . . 1,12 м.

9. На 113,65 м. Ноздреватый известняк, переходящий в известковый рухляк, сцементированный белой глиной . . . . . 2,85 м.

10. На 118,22 м. Доломитизированный известняк, переходящий в рухляк.

11. От 120,66 м. до 121,27 м. «Колонка насыщена солью».

12. На 125,56 м. Доломитизированный известняк, переходящий в рухляк и затем в глинистый сланец . . . . . 0,71 м.

13. На 127,39 м. Известковый рухляк, сцементованный белой глиной, ниже переходит в глинистый сланец; затем следует разрушенный известняк, переходящий в известняк, вертикально рассланцованный; ниже снова идет разрушенный известняк, переходящий в сланец; дальше доломитизированный разрушенный известняк, перемежающийся с сланцем. Общая мощность этого горизонта . . . . . 8,23 м.

14. На 254,46 м. Сланцеватый легко разрушающийся известняк 0,91 м.

15. » 284 м. Разрушенный известняк, сцементированный сланцем, легко рассыпающийся . . . . . 1,83 м.

Эти выборки из разреза Алмазной скважины показывают, что на различных горизонтах кембрийской толщи известняков, и особенно на глубине 100—130 м., имеются ясные следы тектонических нарушений, что эти нарушения

[1]) В ковычки поставлены подлинные выражения бурового журнала.

носят все те описанные выше признаки сильно перебитых пород, которые сопровождают явление взбросов и часто связанных с ними перемятых складок. Они указывают также на большое число таких нарушений и на то, что именно с ними связана циркуляция соляных рассолов, в Алмазной скважине констатированная на трех горизонтах: 77,46; 112,43; 120,66 м.

К сожалению, менее ясные указания дают нам остальные глубокие скважины, пройденные буром Кийстона, доставляющим лишь так назыв. буровую муку. Тем не менее и в них мы иногда находим признаки тектонических нарушений. Например, в скв. Бродовича на горизонте 65 мет. был встречен известковый рухляк с включениями гипса мощностью около 32 метров, что говорит о крупном нарушении, пересеченном скважиной. На то же, вероятнее всего, указывает и тонкая перемежаемость известняков, глин и глинистых сланцев, констатированная скв. № 2, на глубине 250—300 м.

Приведенные справки из данных глубокого бурения подтверждают сделанный выше вывод о значительном развитии на глубину тектонических нарушений в Усольском районе. Они, правда, не решают вопроса о формах и характере связи их с поверхностными нарушениями, но могут служить достаточной канвой для геометрического выражения такой связи.

На основании совокупности всех данных, относящихся к нашему месторождению, на фиг. 15, сделана попытка графического изображения наиболее вероятного тектонического строения палеозойской толщи Усолья, а вместе и увязки нарушений на различных горизонтах. В основание построения схемы фиг. 15 положены следующие факты и соображения.

1. Палеозойские известняки района, залегая почти горизонтально, характеризуются многочисленными пологими складками, с которыми часто связаны небольшие взбросы и зоны смятых пород.

2. Плоскости взбрасывателей всегда довольно круто поставлены; но угол наклона их во многих случаях быстро уменьшается по падению, в связи с чем взброс часто переходит в послойное перемещение и совсем затухает.

3. Взброшенные части складок залегают более или менее спокойно; но в корневых участках нарушения нередко наблюдаются зоны весьма интенсивного давления с типичными тектонитами у плоскости перемещения и другими тектонокластами в ее лежачем боку.

4. Тектонические нарушения месторождения обязаны по преимуществу тангенциальному давлению, шедшему с СЗ [1]); произошли, вероятно, в начале среднеюрской эпохи, и затем повторились после юры, т. е. в то время, когда палеозойские известняки, относимые теперь к кембрийской системе, потеряли уже все свои пластические свойства и в большей своей части перешли в кристаллические разности известняков.

5. Тангенциальное давление, служившее нормальным выражением явления контракции (**25** ;17—18) на отрезке литосферы обширного Иркутского Амфитеатра, действовало как на подлежащую плиту кристаллических пород докембрия, так и на толщу покрывающих ее кембрийских пород, к тому времени также диагенетически вполне закрепленных. Вызывая в плите тектонические движения, вероятно, типа глыбовых надвигов (**26**; 150), это давление стремилось сдвинуть с нее кембрийскую толщу, в которой создало довольно сложные тектонические взаимоотношения.

6. Первоначально горизонтально ориентированные в толще кембрия механические напряжения, в условиях разного состава пород, незначительной мощности их и отсюда близости к дневной поверхности, разлагались, разрешаясь по многочисленным поверхностям второго порядка, скорлуповатого характера

---

[1]) Здесь имеется в виду только СВ складчатость, которой, как это выяснено выше, принадлежит главная роль в геологии месторождения.

на глубине и более или менее круто поставленным ближе к поверхности, образовав в результате систему нарушений в виде как-бы виргации зон смятия и взбросов, как это схематически показано на фиг. 16.

7. Отсюда, основным типом нарушений Усольского месторождения, как сложенного весьма полого залегающей палеозойской формацией (**27**; 57), являются послойные перемещения. Им подчинены пучкообразно отходящие от них зоны смятия, многочисленные и чаще небольшие взбросы и мелкие дифференциальные движения. Мы имеем здесь, следовательно, те нарушения, которые, по современным воззрениям, являются наиболее нормальными для древних и жестких геологических формаций (**27**; **22**; **28**, 168).

Намеченная тектоническая схема месторождения делает понятной связь поверхностных нарушений с глубокими горизонтами палеозоя и просто разрешает вопрос о тех путях, которые служат проводниками рассолов на дневную поверхность. При таком решении основного для месторождения вопроса теряет свою остроту другой вопрос, о величине вертикальных перемещений пород. Для каждого отдельно взятого случая эта величина очень незначительна, но сумма всех перемещений одной зоны смятия может достигать довольно большой величины, приближенное представление о которой нам могут дать только стратиграфические сопоставления, сделанные в следующей главе.

Тектоническое строение месторождения, охарактеризованное выше, на фиг. 4. изображено в плане, где показаны также и зоны наибольшего обогащения рассолами, вполне согласованные с нашей тектонической схемой. [1])

СТРАТИГРАФИЯ.

Состав Усольского месторождения.

В районе г. Усолья развиты три геологических формации: современные отложения р. Ангары и ее притоков, юрская угленосная свита и толща эопа—леозойских пород, относящихся к среднему кембрию.

Современные отложения связаны исключительно с долиной р. Ангары и ее небольших притоков, речек: Тельмы, Скипидарки и Шелестёхи, и представлены глинами, песками и галечниками, образующими чаще смешанные песчано-глинистые и песчано-галечниковые накопления. Они имеют незначительную мощность, по данным старых разведок до 13 м., по данным же разведки 1925 г. до 7 м. Наибольшей мощности они достигают в береговых частях долины, где часто слагают современную луговую террасу, а также по берегам островов. Многочисленные острова р. Ангары в их береговых участках чаще всего нацело слагаются этими отложениями, развитыми и значительно ниже современного уровня реки; но в центральных частях островов они отличаются небольшой мощностью или даже совершенно отсутствуют. Отсюда, между прочим, следует вывод, что большая часть, по крайней мере, крупных ангарских островов, является первичным, и только по окраинам они нередко сильно увеличиваются за счет рыхлых отложений реки. Следует при этом отметить, что этот вывод вполне совпадает с данными старой разведки лишь там, где под речными отложениями нет юрских пород, и где мощность современных песков и галечников не превышает одного—двух метров (ста-

[1]) В данном выше очерке тектонического строения месторождения не затронут важный вопрос о взаимоотношении во времени основных направлений складчатости, так как район месторождения не дает необходимого для его разрешения фактического материала. Заметим все-таки, что складчатость направления, близкого, к меридиональному (СВ: **10**° — **20**°) самая молодая по возрасту и относится, вероятно, к четвертичному времени; складчатость же двух других направлений (СВ: **50**° — **60**° и СЗ: **320**°) проявлялась много раз, и первые фазы ее должны быть отнесены к палеозою. Вопрос же о возрастном взаимоотношении их требует специального анализа.

рые колодцы и скв. № 2 на Варничном острове. Фиг. 3). Но там, где можно предполагать наличие угленосной юры, мощность ангарских отложений по старой разведке и в центральных частях островов довольно значительна: например, на Спасском о-ве эти отложения достигают 8—9 м. по журналам скважин 1915 г., а на Варничном о-ве даже до 13 м. (скв. № 1). Такое резкое расхождение с данными разведки 1925 г. объясняется просто: юрские отложения в их верхних горизонтах, как это мы увидим несколько ниже, всегда находятся в выветрелом состоянии, и, понятно, что пробы буровых инструментов, их проходивших, давали рыхлую глину или рыхлый песок не только из горизонтов современных отложений, но и из горизонтов юры. Ошибка здесь особенна возможна в тех случаях, когда нормальные юрские отложения перекрыты элювием юры, который обычно представляется в виде песчано-галечниковых накоплений, требуя специальных исследований для отличия его от речных образований.

Три названных типа речных отложений, глины, пески и галечники, обычно следуют в определенном порядке, а именно: сверху, и в береговых террасах долины и на островах, почти всегда залегает глинистый песок, книзу переходящий иногда в чистый песок; еще ниже идет песчанистая галька, за которой уже следуют юрские отложения или палеозой. В некоторых случаях замечается перемежаемость отложений, например: за верхними глинами и песками с галечником идут опять глинистые пески, переходящие в галечник. В приложении IV приведен целый ряд разрезов скважин разведки 1925 г., дающих представление о составе и мощности речных отложений. Типичным из них можно считать разрез по скважине № 2, который дает нижеследующие слои в нисходящем порядке:

1. Глинистый песок	мощн.	2,1	м.
2. То же с галькой	»	0,6	»
3. Песок с галькой	»	2,2	»
4. Песок	»	0,7	»
5. Песок с галькой	»	0,9	»
6. Юрский элювий	»	—	

При очень малой мощности и ограниченном горизонтальном распространении современные отложения не могут иметь большого значения в геологии нашего месторождения.[1])

Угленосная юра в Усольском районе отличается неравномерным развитием. Она образует мощную толщу на правой стороне р. Ангары, слагая здесь береговые возвышенности высотой более 70 м., и опускаясь под уровень реки на глубину до 100 м. На левой стороне эти отложения достигают значительной мощности только выше Варничного о-ва, где они опускаются под уровень воды на глубину по крайней мере до 40 м., а выше спичечной фабрики и устья рч. Скипидарки образуют береговые возвышенности высотой до 15 м. Но от парка Усольского курорта и Варничного о-ва ниже по р. Ангаре, где во многих местах выходят известняки палеозоя, юрские отложения пользуются очень ограниченным распространением, выполняя лишь синклинальные впадины, и имея мощность всего в 2—6 метров.

В составе юры, в принятом на геологической карте фиг. 2 объеме Усольского района, нужно различать два типа этих отложений. Один, названный нами Олонкским (33; 25) по характерному проявлению его в окрестностях с. Олонки, развит в северной окраине района, по правому берегу р. Ангары от пади Сорочьей, выше устья рч. Уляхи, и по левому приблизительно от з. Зайцева. В остальной части района по обоим берегам

[1]) В соседних районах, кроме того, развит лёсс и дюнные пески, которые вблизи г. Усолья пока не встречены.

р. Ангары развит другой Бархатовский тип юрских отложений [1]). Первый из них характеризуется существенным участием в его составе рыхлых песчанистых конгломератов и светло-желтовато-серых, средне-и крупно-зернистых, кварцево-полевошпатовых песчаников, при выветривании образующих характерные скопления в береговых обрывах светло-окрашенной песчано-галечниковой толщи. В указанных пунктах (п. Сорочья) эти отложения перекрываются Бархатовской юрой, в составе которой, судя по выходам над уровнем р. Ангары, галечники принимают уже мало заметное участие, сохраняясь лишь в виде редких шнурков, а вместо них развиваются крепкие серые, мелко-и средне-зернистые, известковистые, слюдистополевошпатовые песчаники [2]). В составе обоих типов юры, кроме того, принимают участие аргиллиты, слагающие обычно обособленные горизонты и содержащие пласты углей и углистых сланцев.

Ближайший к г. Усолью небольшой выход Олонкской юры наблюдается на левом берегу р. Ангары, против з. Зайцева, а более значительный по мощности выступает ниже, у з. Нечаевой. Но более полные и характерные выходы этой юры развиты непосредственно ниже пос. Бадай, на правом берегу р. Б. Белой, и в районе с. Олонки по правому склону р. Ангары, а также выше устья рч. Уляхи, где они образуют у самой дороги довольно высокий мыс, с хорошо обнаженной, благодаря дорожной расчистке, толщей белых почти рыхлых песков, переслаивающихся с галечниками.

Что касается Бархатовской юры, то достаточное представление о ней дают хорошие обнажения у спичечной фабрики и выше по долине, особенно же крупное обнажение перед Тельминским болотом, сложенное на всю высоту до 12—15 м. однообразными серыми слюдисто-полевошпатовыми, довольно крепкими песчаниками. Тот-же характер юрские песчаники имеют и у парка курорта, где они слагают небольшую террасу у спуска к понтону.

Те же юрские отложения пройдены глубокой скважиной № 1, на Варничном о-ве и всеми разведочными скважинами на Спасском о-ве, разрезы которых, приведенные в приложениях I и II, дают достаточный материал для установления следующего состава самой нижней части Бархатовской юры. Песчаники здесь всегда переходят в глины, переслаивающиеся с пластами угля составляющие выдержанный решительно во всех скважинах горизонт довольно значительной мощности, колеблющейся от 6 до 10 и даже 12 м. (скв. № 5, 1899 г. и скв. № 4, 1915 г.). Еще ниже идут опять пески и песчаники, переслаивающиеся с небольшими прослойками глины и имеющие мощность в 2—4 м. (скв. № 3 и № 4 1915 г.). Вся толща юры подстилается, наконец, глинами с угловатыми обломками кремня и кремнистого известняка, которые залегают уже на палеозое. Особенного внимания заслуживает упомянутый углисто-глинистый горизонт, отличающийся значительной мощносью. Вопрос об его угленосности, правда, еще недостаточно выяснен, так как промышленная мощность угля установлена на Спасском о-ве только в скважине № 2, разведки 1899 года, встретившей пласт угля в 1,67 м. В дру-

---

[1]) Выделяемые здесь типы в стратиграфической схеме Иркутской юры, намеченной нами в 1922 г. (**19**; 10–21), должны занять нижеследующее положение:

1. Олонкский тип является береговой фацией Черемховской озерной формации.

2. Положение Бархатовской юры менее выяснено. Несомненно все же, что она перекрывает первую и, очевидно, принадлежит иной, вероятно, Иданской озерной формации, береговую фацию которой мы имеем в виде иданских песчаников.

[2]) По данным глубокой буровой скважины Бархатовской коли в нижних горизонтах и здесь развиты конгломераты и галечники. Но по левому склону Ангары, где известны самые нижние горизонты юры, по данным ряда скважин на Спасском о-ве и расчисткам левого берега у понтона, галечники в их составе отсутствуют. Это дает нам основание предположить, что Олонкская юра развита и южнее намеченной площади, подстилая Бархатовскую, но приурочена только к до-юрским впадинам, служившим, возможно, ложем впадавших в Черемховское озеро рек.

гих же скважинах упоминается лишь о кусках угля, встреченных среди других пород, или чаще об «углистой» земле. Все же качественно угленосность его установлена во многих пунктах. Так, на левом берегу р. Ангары заслуживает упоминания мысок над понтоном, где небольшой пласт угля был установлен еще в 1895 году горн. инж. *А. И. Сосовым*. В расстоянии же около 100 метров отсюда находится Алмазная скважина в парке курорта, которая также встретила уголь; а в 200 м., во дворе конторы завода была пройдена в 1899 г. скв. № 1, встретившая на глубине около 3 м. три пласта угля общей мощностью более 1 м. В том же отношении заслуживает внимания мыс спичечной фабрики, в котором обнажается уголь мощностью в 16 см. Все это говорит о том, что угленосность нижних горизонтов юры у г. Усолья в настоящее время вполне доказана. Что же касается нахождения в них пластов угля промышленной мощности, то этот вопрос может быть разрешен только постановкой надлежащей разведки при помощи бурения и шурфования, так как производившаяся до сих пор разведка на уголь в районе Усолья, кроме упомянутых скважин на Спасском о-ве, не захватила этих горизонтов.

К характеристике юры нужно добавить еще, что в нашем районе, как и во всем Иркутском бассейне, эти отложения быстро выветриваются, и в горизонтах, выходящих на дневную поверхность или близких к ней, часто превращаются в песчано-глинистую или песчано-галечниковую массу, которая, вследствие последующего смывания атмосферными водами на водораздельных высотах и в береговых склонах речных долин, часто дает скопления чистых песков и галечников. Такие рыхлые элювиально-делювиальные остатки юры с трудом отличимы от позднейших образований, и были причиной того, что на геологических картах бассейна находили место третичные озерные и постплиоценовые речные отложения там, где имеет место несомненно юрская толща (**10**; тб. 1,2). Тот же тип элювиальных остатков юры в виде песков и галечников был причиной ошибочного определения мощности современных отложений р. Ангары и в буровых скважинах Усольского района.

Заканчивая описание юрских отложений, необходимо коснуться еще одной породы, занимающей всегда промежуточное положение между юрой и палеозоем и пользующейся в районе очень неравномерным развитием. Эта порода *К. И. Богдановичем* (**10**;151,252) называется кремнистой брекчией, а *М. К. Коровин* (**19**;39) назвал ее брекчиевидным конгломератом. На основании позднейших исследований в бассейне нужно заметить, что здесь нужно различать два типа этой породы: в одном крупные и мелкие, угловатые и слабо окатанные обломки кремня и кремнистого известняка сцементированы мергелистым известняком, а в другом те-же обломки сцементированы глиной или аргиллитом. Первый тип должен быть назван брекчиевидным известковым конгломератом или брекчиевидным известняком, имеет несомненно палеозойский возраст, и выходит, например, у с. Олонки, вблизи же, г. Усолья не найден. Второй, обычно перекрывающий первый, нужно назвать глинистым брекчиевидным конгломератом.[1]) Он может иметь различное происхождение. В одном случае глинистый цемент служит остаточным продуктом выщелачивания подземными водами мергелистого известняка цемента первой породы,—что должно было иметь место после ее образования, и могло закончиться в до—юрское время. В другом случае кремнистые обломки, как элювиально-делювиальный остаток палеозоя, могли получать глинистый цемент вместе с накоплением обломочного материала до начала озерной эпохи юры, или, наконец, на дне уже юрского озера. Только в одном последнем случае брекчиевидный глинистый конгломерат должен быть отнесен в состав угленосной юрской формации. Но насколько просто отличить палеозойский известковый брекчиевидный конгломерат от

[1]) С ним связаны многие месторождения огнеупорной глины.

глинистого типа, настолько трудно провести границу между указанными разновидностями последнего. Это возможно сделать только путем непосредственного изучения на месте условий залегания породы.

Глинистый брекчиевидный конгломерат пользуется значительным развитием в Усолье, но редко достигает мощности более 10 м., что бывает только в сжатых синклинальных понижениях, как, например, в Алмазной синклинали. В сводовых же частях антиклиналей она или совсем отсутствует или имеет ничтожную мощность. При бурении порода эта составляет один из очень характерных горизонтов, так как указывает на близость палеозойских известняков, и вместе с тем очень легко распознается.

Палеозойские отложения в геологии Усольского месторождения имеют самое важное значение. Но, к сожалению, именно об этой формации мы располагаем в настоящее время неполными данными, так как на дневную поверхность в районе месторождения выходят только верхние горизонты ее мощностью редко более 10—15 м.; данные же глубокого бурения, проведенного в неблагоприятных условиях, охарактеризованных в начале этой статьи, не всегда дают ясное представление о составе пород. Поэтому в качестве дополнения к материалам глубоких скважин полезно предварительно познакомиться с составом палеозоя в ближайших частях Иркутского угленосного бассейна, например, по реке Б. Белой, в районе Бельск-Холмушино, где толща выходящих на дневную поверхность известняков достигает 160 м., и где по всем данным мы имеем те же горизонты Иркутского палеозоя. Разрез этой толщи в названном районе, по *М. К. Коровину*, имеет следующий состав в нисходящем порядке (**20**; 708):

1. Мергелистые известняки светло-серые и полосатые, часто прослоенные зеленоватыми, голубоватыми, иногда темными роговиками и кремнями, всегда тонкоплитковатые	10 м.
2. Светлосерые и пепельно-серые мергелистые известняки, иногда чистые разности известняков, более или менее доломитизированные, реже окремненные, чаще тонкоплитковатые, иногда средне-плитковатые	30 м.
3. Доломитизированные, иногда окремненные известняки, плотные или тонкозернистые, светло- и желтовато-серые, реже зеленовато-серые, в нижней половине переслаивающиеся с серыми и темно-серыми, обычно средне-плитковатые	50 м.
4. Темно-серые, всегда яснозернистые, битуминозные окремненные известняки, часто грубо ячеистые, иногда брекчиевидные, всегда массивные, с грубой призматической отдельностью	70 м.
Всего	160 м.

Над описанной толщей известняков по р. Б. Белой местами наблюдается развитие известковых брекчиевидных конгломератов мощностью не более 2-4 м., выше переходящих во многих случаях в глинистый брекчиевидный конгломерат с огнеупорными глинами, перекрываемый уже угленосными юрскими отложениями.

В Усольском районе известняковая толща палеозоя начинается, очевидно, с тех-же горизонтов р. Белой, так как, кроме описанного глинистого брекчиевидного конгломерата, выступающего в нескольких местах на дневную поверхность и зафиксированного многими скважинами в виде «глины с кремнистой брекчией», или просто «глины с кремнем», во многих пунктах, как Известковый мыс или антиклиналь Зайцева, наблюдается сверху тонкоплитковый мергелистый светло-серый известняк, ниже переходящий в серый более грубо-плитковатый[1]). Что же касается более низких горизонтов палеозоя, то единственный

[1]) Впрочем, вследствие очень малой мощности тонкоплитковатых разностей мергелистых известняков нужно допустить, что 1 горизонт р. Б. Белой и даже часть 2 здесь снесены денудацией.

материал о них нам дает глубокое бурение, которое, к сожалению, имеет относительную ценность для стратиграфии, так как все глубокие скважины, кроме одной, пройдены буром Кийстона. В этих условиях, понятно, мы лишены возможности дать дробное стратиграфическое подразделение палеозоя, и потому в дальнейшем ограничиваемся попыткой дать только схему стратиграфии, выделяя в толще мощностью около 770 м. всего три яруса. Такое подразделение может получить для себя фактическое обоснование, так как до глубины 160 м. мы располагаем вышеприведенными данными изучения непосредственных выходов палеозоя; до глубины 360 м.—данными Алмазной скважины, представляющими материал вполне достоверный; с глубины же 690 м. начинается Соленосный ярус, обособленность которого не вызывает сомнений. Слабее всего охарактеризована толща известняков, покрывающая соленосные отложения и развитая от глубины 360 м. до 690 м., так как она представлена только буровой мукой проб Кийстона. Но эта часть разреза, по согласным данным всех скважин, литологически очень однородна, и ее стратиграфическое положение также едва ли может вызвать большие сомнения.

Для суждения о составе отдельных ярусов в приложении III приведены, с некоторыми обобщениями слоев, разрезы всех глубоких скважин Усолья. Разрез же Алмазной скважины приводится ниже и полностью, ввиду его важного значения [1]).

№№ по порядку	Наименование породы	Углублено с поверхности	Мощность пласта
		в метрах	
1	Крупный песок с галькой	—	0,96
2	Глина желтовато-сероватая пластичная с прослойками разрушенного бурого угля	0,96	1,25
3	Глина сероватая пластичная	2,21	0,83
4	Глина беловато-желтая	3,04	1,40
5	Бурый уголь с тонкими прослойками глины	4,44	0,89
6	Глина беловато-желтая	5,33	1,27
7	Глина серая, весьма твердая, огнеупорная (так называемая кристаллическая) с небольшими включениями (конкрециями) кремня	6,60	9,02
8	Кремневые конкреции сероватого цвета, сцементированные кристаллической глиной, весьма твердые, хотя имеют слоистое сложение. Глина, при этом, серого цвета, весьма твердая, огнеупорная	15,62	2,06
9	Кремнистый известняк бурого цвета с налетом кристаллического известкового шпата и включением серного колчедана. Известняк при ударе издавал смолистый запах	17,68	0,05
10	Кремневые конкреции сероватого цвета, сцементированные бурой глиной. Конкреции со включением серного колчедана, иногда с налетами известкового шпата.	17,73	15,63

[1]) Нижеприводимый разрез представляет выборку из бурового журнала с сохранением номенклатуры подлинника. Глубина и мощность слоев пород, данная в футах, переведена в метры.

№№ по порядку	Наименование породы	Углублено с поверхности	Мощность пласта
		в метрах	
11	Кремнистый доломитизированный известняк серого цвета, весьма твердый; плохо вскипает с кислотами; с редкими включениями серного колчедана.	33,36	10,48
12	Кремнистый известняк	43,84	0,66
13	Кремнистый известняк со включением серного колчедана и прослойками кремня (роговика)	44,50	2,81
14	Смолистый известняк с вертикальными прослойками шпата	47,31	0,13
15	Кремнистый известняк с вертикальными прослойками известкового шпата, со включениями колчедана	47,44	4,47
16	Кремнистый известняк	51,91	2,72
17	Доломитизированный известняк	54,63	0,71
18	Кремнистый известняк; насыщен серным колчеданом .	55,34	2,08
19	Кремнистый известняк	57,42	0,38
20	Известняк, насыщенный колчеданом	57,80	0,79
21	Бурый известняк, насыщенный колчеданом	58,59	6,13
22	Доломитизированный известняк весьма плотный . . .	64,72	1,47
23	То же, менее плотный	66,19	1,62
24	Доломитизированный известняк мелкослоистый . . .	67,81	2,01
25	Доломитизированный известняк, насыщенный серным колчеданом, с прослойками черного кремня	69,82	2,06
26	Кремнистый известняк, прослоенный разноцветными кремнями; насыщен колчеданом, весьма твердый . . .	71,88	0,89
27	Кремнистый известняк	72,77	0,94
28	То же, ноздреватый, с плотным кремнем	73,71	3,81
29	Доломитизированный известняк с прослойками серного колчедана и роговика. Признаки рассола; колонка насыщена солью	77,52	1,19
30	Кремнистый известняк, обильно насыщенный колчеданом	78,71	0,81
31	Доломитизированный известняк с прослойками роговика и серного колчедана	79,52	0,43
32	Разрушенный известняк	79,95	0,66
33	Кремнистый известняк с прослойками колчедана . .	80,61	2,64
34	Кремнистый известняк	83,25	3,20
35	Кремнистый известняк; мелко насыщен и прослоен колчеданом	86,45	1,17

№№ по порядку	Наименование породы	Углублено с поверхности	Мощность пласта
		в метрах	
36	Кремнистый известняк	87,62	3,28
37	Кремнистый известняк, насыщенный колчеданом в вертикальных трещинах	90,90	2,47
38	Кремнистый известняк	93,37	1,27
39	Кремнистый известняк с включением колчедана	94,64	0,91
40	Кремнистый известняк	95,55	3,63
41	Кремнистый известняк с вертикальными трещинами и „червяками" кремня	99,18	1,16
42	Кремнистый известняк твердый, насыщенный колчеданом	100,34	0,69
43	Кремнистый известняк с прослойками роговика и колчедана	101,03	1,72
44	Кремнистый весьма твердый известняк с „червяками" кремня и прослойками колчедана	102,75	0,50
45	То же с прослойками в 2″ колчедана	103,25	1,57
46	Кремнистый известняк плотный	104,82	2,11
47	Кремнистый известняк с вертикальными трещинами, заполненными шпатом	106,93	1,12
48	Кремнистый известняк весьма твердый	108,05	4,32
49	Кремнистый известняк с прослойками черного роговика	112,37	0,15
50	Ноздреватый известняк с вертикальной трещиной, отчасти заросшей шпатом; содержит соль	112,52	1,12
51	Кремнистый известняк, переходящий в ноздреватый рухляк. Рухляк известняка сцементирован белой глиной	113,64	1,22
52	Кремнистый известняк	114,86	1,50
53	Известняк с прослойками кремня	116,36	1,12
54	Доломитизированный известняк	117,48	0,79
55	Доломитизированный известняк, переходящий местами в рухляк. Колонка насыщена солью	118,27	2,74
56	Доломитизированный известняк	121,01	4,50
57	Доломитизированный известняк, переходящий местами в рухляк и в конце в глинистый сланец	125,51	0,71
58	Глинистый сланец	126,22	0,46
59	Известняк	126,68	0,61
60	Известковые желваки, сцементированные глиной белого цвета	127,29	0,15

№№ по порядку	Наименование породы	Углублено с поверхности	Мощность пласта
		в метрах	
61	Глинистый сланец	127,44	0,15
62	Известняк мягкий, разрушенный	127,59	0,91
63	Известняк, вертикально-рассланцеванный	128.50	0,61
64	Известняк разрушенный	129,11	0,91
65	Известняк вертикально рассланцеванный	130,02	0,25
66	Известняк разрушенный, переходящий в сланец	130,27	1,47
67	Доломитизированный известняк, частью разрушенный; местами переходит в сланец	131,74	3,96
68	Доломитизированный известняк	135,70	17,40
69	Доломитизированный известняк, переходящий местами в сланец	153,10	8.01
70	Доломитизированный известняк плотный, твердый	161,11	5,28
71	То же, менее плотный	166,39	4,45
72	Доломитизированный известняк со включением кремнистых пропластков	170,84	6,35
73	Кремнистый беловатый известняк	177,19	20,25
74	Кремнистый известняк темно-бурый	197,44	3,71
75	Кремнистый весьма твердый бурый известняк	201,15	7,55
76	То же, неправильно слоистый	208,70	6,13
77	Кремнистый известняк	214,83	8,87
78	Кремнистый дробившийся известняк	223,70	6,65
79	Кремнистый известняк	230,35	6,33
80	Кремнистый известняк, местами очень твердый	236,68	3,84
81	Глинистый сланец	240,52	0,35
82	Кремнистый известняк, местами очень твердый. Колонки сильно насыщены солью	240,87	12,68
83	Доломитизированный известняк, местами сланцеватый	253,55	1,48
84	Сланцеватый известняк, местами легко разрушающийся	255,03	0,91
85	Доломитизированный известняк с малыми прослойками сланца	255,94	4,11
86	Кремнистый известняк, местами переходит в желваковатый, мелко рассыпающийся	260,05	21,03
87	Прослоек сланца	281,08	0,13

№№ по порядку	Наименование породы	Углублено с поверхности	Мощность пласта
		в метрах	
88	Кремнистый известняк	281,21	4.30
89	Разрушенный известняк, сцементированный сланцем, легко рассыпается	285,51	1,83
90	Глинистый темный сланец, мягкий	287,34	0,61
91	Известняк	287,95	10,75
92	Кремнистый прослоек весьма твердый	298,70	0,25
93	Известняк	298,95	5,61
94	Ангидрит (гипс)	304,56	0,91
95	Известняк с прослойками ангидрита	305,47	2,44
96	Известняк с частыми, но тонкими прослойками гипса	307,91	1,35
97	Сланец с прослойками гипса	309,26	0,26
98	Известняк	309,52	6,33
99	Прослойки гипса (доломита)	315,85	0,96
100	Известняк. Колонка с соленым налетом	316,81	13,15
101	Прослоек ангидрита	329,96	0,15
102	Известняк	330,11	4,91
103	Прослойки кремнистого роговика	335,02	0,10
104	Известняк	335,12	1,22
105	Известняк с прослойками гипса	336,34	0,48
106	Известняк	336,82	1,67
107	То же с малыми прослойками гипса	338,49	0,33
108	Известняк	338,82	0,41
109	Известняк клинослойный, с прослойками гипса	339,23	0,35
110	Порода рассыпается, хотя по свойству очень плотный доломитизированный известняк	339,58	0,25
111	Известняк	339,83	6,65
112	Кварцит; чередуется с кремнями	346,48	0,25
113	Известняк	346,73	15,95
114	Кремень	362,68	0,10
115	Известняк	362,78	—
	ВСЕГО	362,78	—

В приведенном разрезе Алмазной скважины до глубины 6,5 м. идут юрские отложения; ниже, до глубины 34 м. развит довольно мощный горизонт брекчиевидного конгломерата с огнеупорными глинами, после чего уже следует палеозойская толща пород, которая, при глубине всей скважины в 363 м., пройдена на 329 м. и по литологическому составу может быть расчленена на две части.

Верхняя половина, развитая до глубины 304 м. от поверхности, по данным проф. *В. А. Обручева*, в 1901 г. лично ознакомившегося с коллекцией колонок скважины, характеризуется развитием известняков, более или менее доломитизированных, «то более мягких, то более твердых, с прослойками и гнездами черного кремня, а местами и серного колчедана» (48). К этому нужно добавить, что известняки имеют здесь различные, чаще светлые оттенки серого цвета, иногда отличаются «смолистым» запахом (№№ 9, 14 разреза), имея битуминозный характер, и часто окремнены. Кроме того, в верхней и особенно в нижней части они иногда отличаются бурой или темно-бурой окраской. Таковы слои №№ 21, 74, 75 и 76 вышеприведенного разреза Алмазной скважины, из которых три последние залегают на глубине 163 м. от начала палеозоя, и дают горизонт бурых известняков в 18 м. мощности. Наконец, в том же разрезе обращают внимание многочисленные следы тектонических перемещений и смятия пород, рассмотренные выше.

В других глубоких скважинах, по условиям бурения, лучшее выражение в рассматриваемой толще находит окраска и битуминозность пород. Так, например, в скв. № 1 верхние 80 м. слагаются битуминозными известняками; а в Мальтинской скважине в верхней половине отмечается светлая окраска их и в нижней темно-серая или даже черная, причем последние разности породы отличаются битуминозностью,—что целиком совпадает с приведенными выше данными непосредственных наблюдений выходов известняков по р. Б. Белой.

Несколько особое положение занимает разрез скважины *Бродовича*, где с глубины 20 м. начинается известняк с трещинами и пустотами, заполненными глинами, мощностью до 40 м.; ниже идет темно-серый роговик с серным колчеданом—11 м., и затем светло-серый известковый рухляк со включением гипса мощностью более 30 м. Разрез этот не вяжется ни с одной скважиной и объясняется, очевидно, тем, что скважина *Бродовича* на глубине первых ста метров пересекла смятую и перебитую взбросами полосу известняков, как это было отмечено выше и показано на фиг. 15. Ниже полосы нарушений идут уже нормальные известняки, которые затем сменяются небольшой мощности слоями глин и глинистых сланцев, подстилаемых, наконец, красными песчаниками на глубине 190 м. (183 м. от начала палеозоя). К сожалению, на этой глубине скважина остановилась, вызвав в свое время недоумение перед полученным в ней разрезом. В составе этого разреза особенное внимание привлекали красные песчаники, установленные на сравнительно небольшой глубине, в Алмазной же скважине совсем не встреченные. И, так как в составе Иркутского палеозоя эти породы известны были в основании всей мощной толщи известняков, где они слагают Мотскую красноцветную свиту, то, в связи с вышеупомянутыми признаками очевидного нарушения, все это давало повод думать о крупном взбросе, приведшем эти породы с большой глубины на горизонт 190 м. (1). Но проведенные в последние годы новые глубокие скважины в известной мере рассеяли эту загадку, так как те же песчаники и ниже их снова известняковая толща были встречены на глубине 162 м. скв. № 2, давшей здесь такую последовательность слоев:

1. Красно-бурый известковистый песчаник . . . 3 м.
2. Известково-глинистый сланец . . . . . 3 м.
3. Красно-бурый известковистый песчаник . . . 3,7 м.

4. Известково глинистый сланец . . . . . 5,5 м.
5. Красно-бурый известковистый песчаник . . . 3 м.
6. Известково-глинистый сланец . . . . . 21 м.
7. Известняк . . . . . —

В этом разрезе, правда, как и в разрезе скважины *Бродовича*, трудно относиться с полным доверием к определениям горных пород, в частности к выражению «красный песчаник». По условиям работы здесь были возможны ошибки. Но повторение одной и той же породы на близких горизонтах в двух различных скважинах, пройденных, притом, в разное время и разными лицами, делает ее наличие уже вероятным, и это тем более, что возможность тонких прослоев красного песчаника на указанной глубине не стоит в противоречии с другими фактами, в частности с данными Алмазной скважины; красная же окраска пород вполне согласуется с разрезом последней, так как на глубине 163—181 м. от начала палеозоя, как уже было указано выше, в ней констатирован горизонт бурых известняков. Интересно, что в пределах той же глубины (192 м. от начала палеозоя) отмечены темно-бурые глины мощностью в 32 м. и в разрезе Мальтинской скважины.

Таким образом, рассмотренная толща пород усольского палеозоя характеризуется развитием мергелистых, более или менее доломитизированных и окремненных известняков, часто битуминозных как в верхней, так и особенно в нижней части, и потому может быть выделена под названием мергелистых и битуминозных горизонтов [1]).

К сказанному нужно добавить еще, что в мергелистых известняках, выступающих у Известкового мыса, летом 1925 года мною был найден обломок отпечатка головного щита трилобита, близкого к роду *Olenoides*. Эта находка несколько усиливает проводимую нами параллелизацию известняковой толщи Усолья с известняками Черемховского района, так как в последних в 1923—1925 г.г., в окрестностях черемховских копей и по р. Б. Белой у с. Бельска, мною найдена вполне определимая, хотя и небольшая фауна трилобитов группы *Olenoides*, в настоящее время уже обработанная *Е. В. Лермонтовой*, отнесшей ее к среднему кембрию (**40**; 81). При выясненных выше тектонических отношениях и большой литологической близости известняков Усольского и Черемховского районов, все это дает основание относить и описанные усольские горизонты к тому же среднему отделу кембрийской системы.

С глубины 304 м. от поверхности и 270 м. от начала палеозоя в Алмазной скважине естественно обособляется новая толща пород. Существенным отличием ее служит с одной стороны развитие большого количества прослойков гипса и с другой значительных по числу и мощности слоев глин и глинистых сланцев.

Прослои гипса, при небольшой мощности их, понятно, с трудом улавливаются буром Кийстона, и потому лучшее выражение первой половины разреза мы и здесь находим в Алмазной скважине. С глубины 304 м. на протяжении 35 м. по вертикали (№№ 94 — 109) здесь зарегистрировано два довольно мощных слоя гипса (№№ 94 и 99), из которых каждый достигает почти 1 м., и большое число тонких прослойков. Из других скважин наибольший интерес в том-же отношении имеет Мальтинская, где с глубины 247 м. пройдены:

1. Белые туфовидные известняки с налетом гипса . . . . . 18.29 м.
2. Темно-синяя глина известковая . . . . . 9.64 »
3. Гипс . . . . . 1.05 »
4. Известняк с прослойками гипса . . . . . 4.25 »

---

[1]) Отмеченная в составе описанной толщи красная или бурая окраска пород, выражающая, возможно, известные физико-географические условия седиментации, при малой мощности окрашенных слоев, не изменяет общего характера горизонтов.

5. Известняк . . . . . 3.96 м.
6. Темно-синий глинистый сланец . . . . . 25.67 »
7. Известняк с прослоями гипса . . . . . 4.20 »

В разрезах прочих глубоких скважин гипсоносность или совсем не зафиксирована, или находит лишь слабое выражение, как, например, в скв. № 3, где на глубине 293 м. указан «известняк с прослойками глинистого сланца и крупинками гипса».

Что касается другой отмеченной выше особенности рассматриваемых горизонтов в виде существенного участия в составе их глин, глинистых сланцев и глинистых известняков, то она хорошо выражается почти во всех скважинах.

Так, в скв. № 2 с глубины 221 м. и до глубины 305 м. идут, главным образом, глины и глинистые сланцы, дающие суммарную мощность в 58 м.; а рядом с ними развиты глинистые известняки, слагающие в общем 26 м. Развитие глин и многочисленных прослойков глинистого сланца в известняках констатировано также в скв. № 3, и особенно в Мальтинской скважине, где на глубине от 260 до 380 м. мы находим пять довольно мощных слоев глин и глинистых сланцев, дающих в общем толщу в 61 м. Слабее участие глинистых пород в составе этих горизонтов выражается в разрезе скв. № 1, где, впрочем, с глубины 233 м. указывается все же ряд небольших слоев глин и глинистых сланцев и тонких сланцевых прослойков в известняках. В Алмазной же скважине, дошедшей до глубины 362 м. (328 м. от начала палеозоя), этот литологический элемент не нашел никакого отражения.

Однако, нет никакого основания думать, что отсутствие глинистых горизонтов в разрезе Алмазной скважины может указывать на возможность общей ошибки во всех прочих скважинах. Помимо согласных указаний разрезов всех скважин, наличие их подтверждается развитием связанного с ними водоносного горизонта, занимающего при том же обособленное положение, как о том можно судить по анализам вод [1]). Отсюда вытекает следующее весьма возможное толкование разреза Алмазной скважины: глинистые горизонты не могли войти в разрез этой скважины по той причине, что они залегают, очевидно, ниже глубины 362 м., на которой она остановилась. Весьма вероятно при этом, что горизонты эти очень близки или даже непосредственно следуют за забоем скважины, так как нижняя часть данного ею разреза носит очевидные признаки развитого здесь водоносного горизонта, водоупорным ложем которого должны быть залегающие ниже глины и глинистые сланцы. Признаки эти можно усматривать в тех многочисленных слоях и прослойках гипса, которые рассмотрены выше, и которыми эта часть разреза Алмазной скважины естественно связывается с нижеследующими глинистыми горизонтами.

Таким образом, эта новая толща характеризуется существенным в ее составе участием глин, глинистых сланцев и глинистых известняков, а при понятном развитии в связи с ними водоносного горизонта, отличается еще наличием гипса. Ввиду возможного вторичного происхождения последнего мы выделяем эту новую толщу под названием глинисто-известковых горизонтов [2]).

---

[1]) Об этом подробнее сказано в следующих главах.

[2]) Вторичное происхождение гипса, очень возможное в условиях циркуляции над глинистыми горизонтами соляных рассолов, заставляет считать наиболее вероятным залегание его не слоями или прослойками, как указывается в скважинах, а скорее неправильными гнездами и линзами, образующимися при заполнении гипсом пустот от выщелачивания извести подземными водами. На развитие в пределах описанных горизонтов такого процесса указывает, например, отмеченный выше «туфовидный» характер известняков в Мальтинской скважине. При таком толковании гипсоносность можно было бы считать явлением чисто местного характера. Однако, мы имеем данные о широком горизонтальном распространении этой особенности рассмотренных горизонтов: она сохраняется и в предгорьях В. Саяна, например, в районе с. Моты—Бодары. Считая наиболее вероятной только что изложенную точку зрения на гипсоносность данных горизонтов, мы, поэтому, допускаем возможность и первичного

Вышеописанные слои усольского палеозоя заключают в себе довольно разнородные литологические компоненты. Это разнообразие может служить основанием для разграничения отдельных горизонтов; но оно же является характерным признаком и всей толщи, как выражение неустойчивости физикогеографических условий среднекембрийского моря. Поэтому все эти горизонты мы объединяем в один Усольский ярус, имеющий мощность от 300 м. (скв. № 1, 2 и 3) до 370 м. (Мальтинская и, вероятно, Алмазная скважина) и распадающийся на две группы горизонтов: сверху идут мергелистые и битуминозные известняки, часто доломитизированные и окремненные, мощностью от 150 м. (скв. Бродовича) до 270 м. (Алмазн. скв.); а ниже развиты известково-глинистые горизонты, в верхней части заметно гипсоносные, мощность которых колеблется от 80 до 150 м. Мощность и глубина залегания этих горизонтов в разрезах отдельных скважин показана на фиг. 17.

С глубины 300—315 м. в скв. №№ 1, 2 и 3 и около 370 м. в Мальтинской скважине начинается второй ярус, который продолжается уже до соленосной толщи, т. е. до глубины в 690 м. в скв. № 1 и № 3, имея, следовательно, мощность в 375—390 м. Этот ярус, пройденный полностью только скв. № 1 и № 3, характеризуется составом из более или менее однородной толщи известняков, лишь изредка, особенно в верхней части, прослоенных глинами и глинистыми сланцами, занимающими здесь уже вполне подчиненное положение.

Работы по углублению скв. № 3, производившиеся летом 1925 г., дали мне возможность ознакомиться с буровыми пробами известняков этого яруса на глубине от 420 до 550 м., состав которых подтверждает его однообразие. Пробы представлены однотонными серыми известняками, заметно мергелистыми, иногда с мелкими обломками кремня; изредка в них встречаются корочки и очень мелкие обломки гипса; и только в пробах около 520—530 м. встречается рядом с тем-же известняком мелкая щебенка темно-серого глинистого сланца. Указанный состав пород дает основание усвоить ему название «яруса серых мергелистых известняков». Возраст его, вероятнее всего, также среднекембрийский.

Около 700 м. глубины от поверхности начинается последний «Соленосный ярус», о котором мы имеем пока неполные сведения, так как скв. № 1 лишь врезалась в него и, пройдя около 30 м., остановилась вследствие обрыва каната; а скв. № 3 прошла по соленосной толще 75 м., остановившись в феврале 1926 г., вследствие недостатка оборудования и средств на дальнейшее углубление.

Ввиду особого интереса этого яруса, ниже приводится полностью извлечение из бурового журнала скв. № 1, дающее представление о составе его верхней половины [1]). Под известняками, на глубине 692 м., следует [2]):

1. Каменная соль серовато-белого цвета . . . . . 3 м.
2. Мергель темно-серый почти черный, смолистый . . . . . 0,3 »

происхождения гипса, — на что может указывать также большое число прослойков гипса, как и значительная мощность некоторых из них, достигающая до 1 м.

Несколько особое положение занимают в составе рассмотренных горизонтов синие глины, которые указываются в Мальтинской скважине. Синяя окраска в глинах обычно бывает обязана присутствию тонкораспределенного вещества сернистого железа в виде мельниковита, развивающегося как в мелководных, так иногда и в глубоководных морских и озерных бассейнах, особенно в условиях накопления органического вещества, восстанавливающего сульфаты (**29**; 3,37). В частности, кембрийские синие глины Ленинградской губ., по исследованию акад. *Ферсмана*, обязаны своей окраской тонко распределенному веществу пирита и главконита, и образовались в условиях не глубокого моря (**30**; 119).

[1]) В скв. № 3 эта часть яруса пройдена без надлежащего геологического надзора, и в буровом журнале поэтому слишком схематизирована.

[2]) В приведенном разрезе сохранены определения пород, данные в буровом журнале. Журнал составлялся горн. инж. *А. И. Сосовым*, под надзором которого производилось бурение.

3. Каменная соль красновато-серого цвета, постепенно переходящего в розовый, с мелкими частицами сланцеватой глины . . . . . 4,8 м.
4. Каменная соль светло-серая, внизу с буроватой битуминозной грязью . . . . . 9,3 »
5. Смолистый доломит . . . . . 0,9 »
6. Каменная соль смолистая, с тонкими прослойками доломита . . 0,4 »
7. То же, с прослойками до 1/2 ф. мощности синеватой пластичной глины с кремнем . . . . . 1,1 »
8. То же, с прослойками темной глины . . . . . 2,4 »
9. То же, с прослойками серой глины . . . . . 2,5 »
10. То же, с прослойками доломита и гипса . . . . . 0,6 »
11. Мелкозернистая каменная соль с прослойками смолистого доломита . . . . . 0,9 »
12. Крупнозернистая каменная соль . . . . . 0,6 »
13. Мелкозернистая каменная соль с прослойками светлого доломита . 0,9 »
14. Мелкозернистая каменная соль с прослойками доломита и глины . 0,9 »
15. Крупнозернистая каменная соль, в пробе желтовато-бурая, в отдельных осколках бесцветная и прозрачная . . . . . 2,4 »
16. То же, с прослойками сланцеватой глины, доломита и гипса . . 1,2 »
17. Каменная соль с прослойками серой твердой сланцеватой глины . 3,3 »

Эта сложная по составу верхняя часть соленосной толщи в скв. № 3 по указанной выше причине сведена в один пласт каменной соли. Но ниже бурение этой скважины производилось под наблюдением горн. инж. *А. С. Головенкова*, давшего довольно подробный разрез и второй половины яруса. Соленосные отложения здесь начинаются с глубины 690,9 метра, где под известняками следует (**49**):

1. Соль серого цвета с прослойками глины . . . . . 0,5 м
2. Соль . . . . . 1,0 »
3. Соль твердая . . . . . 33,1 »
4. Соль твердая . . . . . 1,3 »
5. Соль мягкая белая . . . . . 0,9 »
6. Соль твердая . . . . . 2,3 »
7. Соль мягкая с большим количеством глины . . . . . 1,4 »
8. Соль мягкая, более чистая . . . . . 1,0 »
9. Соль мягкая, чистая, белая . . . . . 1,1 »
10. Соль тверая . . . . . 6,7 »
11. Соль мягкая, глинистая . . . . . 0,5 »
12. Мергель . . . . . 1,3 »
13. Кварцево—слюдяной песчаник . . . . . 0,6 »
14. Соль серая . . . . . 0,3 »
15. Соль серая, глинистая . . . . . 0,5 »
16. Глинистый сланец с кремнистыми конкрециями . . . . . 4,85 »
17. Глинистый сланец с каменной солью . . . . . 0,7 »
18. Каменная соль глинистая . . . . . 0,5 »
19. Соль сильно глинистая . . . . . 0,7 »
20. Глинистый сланец . . . . . 1,3 »
21. Глинистый сланец с тонк. прослойками каменной соли . . . 0,9 »
22. Глинистый сланец . . . . . 2,0 »
23. Каменная соль серая . . . . . 2,0 »
24. То же с твердым глинистым сланцем . . . . . 3,1 »
25. Каменная соль и кремнистые конкреции в глинистом сланце . 0,4 »
26. Глинистый сланец с тонкими прослойками каменной соли . . 0,9 »
27. Глинистый сланец . . . . . 0,9 »

Пройденные скважиной № 3 соленосные отложения едва ли охватывают полностью состав третьего яруса, который, вероятно, имеет гораздо большую мощность. Все же и то, что теперь известно о нем, дает уже представление о строении и некоторых свойствах этого важнейшего в геологии месторождения стратиграфического элемента, а именно.

При общей известной мощности яруса в 70,75 м., полезная мощность каменной соли достигает 57.3 м.,—что, впрочем, является несколько преувеличенным, так как в самой верхней части разреза (скв. № 1, слои 1—17) и частию в нижней соль часто глинистая и прослоена многочисленными тонкими пропластками глины и глинистого сланца, учесть которые нет никакой возможности. В состав нижней части разреза, кроме того, входит несколько слоев глинистых сланцев с тонкими прослоями каменной соли, дающих в общем 2,5 м. Мощность же немногих прослоев пустой породы в виде глинистых сланцев без признаков соли достигает всего 10,96 метра. Такой состав соленосных отложений дает возможность сказать, что перед нами здесь, по существу, один мощный и сложный пласт каменной соли. Но по различной чистоте полезного ископаемого и разному участию в составе пласта прослоев пустой породы он может быть расчленен на две неравные части.

Верхняя часть пласта охватывает 1—11 слои вышеприведенного разреза скваж. № 3, имеет мощность 49,8 м. и может быть охарактеризована, как сплошная залежь соли, более или менее загрязненной очень тонкими прослойками породы в виде глины, доломита и реже гипса, как это показано в разрезе скв. № 1, прорезавшей эту часть пласта на 32 метра. К последнему разрезу нужно, конечно, относиться с некоторой осторожностью, так как по мнению горн. инж. *А. И. Сосова*, наблюдавшего за бурением скважины, загрязнение всех проб соли в известной мере нужно объяснить неизбежно остающейся в рассоле забоя скважины буровой мукой с верхних горизонтов. Но рядом с этим *А. И. Сосов* в примечании журнала обращает внимание на присутствие в пробах довольно крупных осколков раздробленных пород,—что может указывать на действительную сложность состава пласта. То же подтверждает и буровой мастер, американский подданный *Эванс*, под руководством которого пройдены почти все глубокие скважины Усолья. Он указывает на неравномерность работы инструмента при проходке пласта, что обычно наблюдается при переслаивании твердых и более мягких пород. Можно думать поэтому, что сообщения о сложном составе верхней залежи каменной соли заслуживают доверия. Можно подозревать также, что аналогичным составом отличается и часть залежи, охватывающая в вышеприведенном разрезе скв. № 3 слои №№ 4—11 обнаружившие то же чередование твердых и мягких прослоев. К сказанному можно добавить еще, что прослойки пород и самая соль отличаются разными оттенками иногда бурого, красного и розового, но чаще серого и черного цвета.

Что касается нижней половины соляного пласта, то она составляет всего 20,2 метра, обособляется уже резко выраженной неоднородностью состава и значительно меньшей соленосностью, книзу постепенно убывающей. Чистая каменная соль здесь представлена всего двумя слоями мощностью в 2,3 м.; новые два слоя в 1 м. дают глинистую соль; 6 м. составляют слои глинистых сланцев с каменной солью, и 10,9 м. приходится на пустую породу без признаков соли. Характерно, что прослои пустой породы представлены почти исключительно глинистыми сланцами, и некоторые из них отличаются значительной мощностью. Например, слой № 16 скв. № 3, достигает почти 5 метров, а ниже следующие 20, 21 и 22 слои глинистых сланцев составляют вместе 4,2 м. Эта особенность состава нижних горизонтов соленосных отложений заставляет видеть в них водоупорное ложе подземных вод, циркулирующих в толще верхней залежи соли. Последнее обстоятельство дает объяс-

нение и той особенности данного месторождения, что ни в одном из разрезов глубоких скважин в составе данного яруса не констатировано ангидрита, столь характерного для соляных месторождений: в условиях подземной циркуляции вод и связанного с ней явления гидратации ангидрит превратился, вероятно, в гипс, установленный в составе верхней залежи соли скв. № 1 (см. слои №№ 10 и 16).

Таким образом, вскрытая глубокими скважинами соленосная толща в своей верхней части представлена сплошной залежью каменной соли, более или менее загрязненной тонкими прослойками пород и достигающей мощности почти 50 м., и в нижней—главным образом, слоями глинистых сланцев, то чистых, то более или менее соленосных, и небольшим числом слоев каменной соли незначительной мощности.

Итак, состав усольского палеозоя может быть сведен к следующим трем ярусам:

1. Мергелистые и битуминозные известняки, серые и темно-серые, ниже сменяемые нередко тонкой перемежаемостью известняков, глин и глинистых сланцев, мощностью . . . . . 300—370 м.

2. Серые однообразные более или менее мергелистые известняки . . . . . 375—390 м.

3. Соленосная толща в виде залежи каменной соли, прослоенной глинами и глинистыми сланцами . . . . . более 74 м.

Выведенный выше стратиграфический состав усольского палеозоя, в связи с различным гипсометрическим положением одних и тех же ярусов и слагающих их горизонтов в разных скважинах, показанным на фиг. 17, открывает возможность некоторых дополнений к данной в предыдущей главе схеме тектонического строения месторождения, особенно к вопросу о типе и масштабе главного нарушения, проходящего вблизи скважин: Алмазной, Бродовича и № 2.

На фиг. № 15 была дана схема тектоники месторождения, к которой мы пришли, главным образом, на основании изучения дневной поверхности как в самом районе месторождения, так и в других участках Иркутской губ., и которая намечает лишь общий преобладающий тип нарушений. Фиг. 17, наряду с разрезами глубоких скважин, дает попытку реконструкции главной зоны усольских нарушений, основанную на проведенном выше анализе стратиграфии Усольского месторождения, и, в частности, на выведенном весьма вероятном глубоком положении известковоглинистых горизонтов в Алмазной скважине, где они должны залегать почти на 150 м. ниже, чем в скв. № 2 и Бродовича. При допущении такого почти внезапного и глубокого погружения названных горизонтов здесь можно предполагать довольно крупное нарушение, тип которого без дополнительной разведки установить невозможно, и потому мы намечаем два возможных здесь варианта (на фиг. 17 А и В).

Первый вариант предполагает довольно большой взброс, в глубоких горизонтах связанный с скважинами № 1 и 3—, об этом говорит резкий скачек крепости рассолов с 6° и 6,5° Б. до 16° и 18° Б. в обоих скважинах,—а ближе к дневной поверхности дающий целый пучек взбросов 2-го порядка, которые захватывают скважины Алмазную, Бродовича и № 2 и дают ряд нарушений и трещин на дневной поверхности, где с ними связано много соляных ключей. Второй вариант предполагает более простую форму нарушения в виде крупной флексуры, с которой также возможно связать ряд более легких подвижек ближе к дневной поверхности. Оба эти варианта нам кажутся вполне возможными. Следует все же заметить, что выходящая на дневную поверхность пономаревская

флексура на р. Ангаре, упомянутая в геологическом очерке Черемховского района, сопровождается большим количеством малых нарушений второго порядка, главным образом, в виде небольших стулообразных складок и надвигов, между тем как в окрестностях Усольского месторождения встречаются типичные взбросы. Это дает нам некоторое основание считать более вероятным первый вариант.

Во всяком случае, допущение обоих вариантов дает удовлетворительное объяснение целому ряду явлений в Усольском месторождении, без того недостаточно понятных, а именно: 1) Увеличение мощности глинистых горизонтов по направлению к скв. Бродовича легко объяснить наволакиванием глин при послойных перемещениях по направлению к оси главного нарушения,—что, между прочим, очень часто наблюдается в малом масштабе в Черемховском районе **(19)**. 2) Перебитые горизонты пород на глубине 100—150 м. в Алмазной скв. и на глубине 50—100 м. в скв. Бродовича находят себе объяснение в весьма вероятных подвижках второго порядка. 3) Теми же нарушениями второго порядка нужно объяснить большое число трещин и связанных с ними выходов соляных ключей в парке усольского курорта и в верхней части Варничного острова. 4) С вероятным пересечением одной из таких подвижек самых верхних горизонтов Алмазной скважины можно связать и большую мощность установленного этой скважиной брекчиевидного конгломерата над палеозойскими известняками, который, особенно в его нижней половине, лучше отнести к разряду тектонитов, как «известковый рухляк» в скв. Бродовича. 5) Весьма вероятная энергичная циркуляция подземных вод, в связи с многочисленными тектоническими трещинами той же Алмазной скважины, которая прошла поле наибольшого нажима главного нарушения, делает понятным сильное окремнение известняков, вскрытых ею, неизвестное в такой мере в других местах. 6) Пересечение главной зоны нарушения скв. № 2 дает объяснение очень большой мощности пройденного здесь известково-глинистого горизонта, особенно на глубине около 300 м., где наблюдается тонкая перемежаемость глин и глинистых известняков, и где можно предполагать прохождение главной трещины. 7) Понятен в намечаемых условиях и высокий дебит и значительная крепость рассола в скв. № 2, и особенно в скв. Бродовича, неизвестные на небольших глубинах в других скважинах. Крепость рассола этих скважин, правда, много ниже той крепости, какую дают скв. № 1 и 3 при пересечении главной трещины взброса. Но это легко объяснить разубоживанием рассола водами верхних горизонтов, как и возможным частичным закупориванием самой трещины глиной,—что очень вероятно при пересечении ею глинистого горизонта. 8) Намечаемые нарушения могут дать, наконец, удовлетворительное объяснение и явлению наибольшего напора вод в Алмазной скважине, так как положение последней в непосредственной близости к фасу главного нарушения связывает ее, как ни одну из прочих скважин, с очень большим числом тектонических трещин, из которых каждая может дать небольшое увеличение напора,—о чем подробнее будет сказано ниже [1]).

---

[1]) В намечаемой фиг. 17, тектонической схеме требует пояснения относительное распределение глубоких скважин, отличное от того, которое дано на фиг. 11, и которое было получено при допущении ориентировки тектонических трещин по азимуту 47°. Принятие этого азимута для данного случая, сохраняя в схеме фиг. 17, прежнее положение Алмазной скважины между скв. Бродовича и № 2, привело бы нас к мало вероятной тектонической форме в виде довольно глубокого грабена или сжатой глубокой складки. Поэтому мы допускаем здесь другой вполне возможный, а для намечаемых крупных нарушений более вероятный, азимут в 60°—62°, по которому или близко к нему часто ориентированы в нашем районе многие трещины отдельности и некоторые нарушения. Принятие этого азимута, вполне, таким образом, допускаемое данными фактических наблюдений, и вызвало небольшое перемещение Алмазной скважины, оказавшейся в схеме фиг. 17 на ЮВ от скв. Бродовича.

Положение усольского палеозоя в общей стратиграфической схеме Иркутского Амфитеатра.

Согласно исследованиям проф. *В. А. Обручева* (9) и *А. Ржонсницкого* (14; 15), а также сводкам последнего времени *В. А. Обручева* (26; 40) и *М. М. Тетяева* (31), нижний палеозой Иркутского Амфитеатра представлен кембрийскими и силурийскими отложениями, причем в пределах его южной окраины, в Иркутском угленосном бассейне, развит лишь кембрий. Осадки этой системы пользуются здесь широким развитием и представлены всеми тремя отделами ее. В нижнем кембрии, в эпоху которого, по схеме геологических циклов *Зюсса*, применяемой *Обручевым*, господствовала континентальная фаза, мы находим толщу красноцветных пород; в среднем, соответственно фазе погружения, развита довольно мощная толща известняков, связанная с нижним отделом переходным ярусом красноцветных, гипсо- и соленосных пород; с такой же толщей красноцветных пород мы сталкиваемся и в верхнем отделе, в эпоху которого имела место фаза переменного состояния.

Описанная выше палеозойская толща г. Усолья, по крайней мере в составе первых двух ярусов ее, должна быть поставлена, очевидно, в состав среднего кембрия, как это нами и сделано выше на основании литологических и частью фаунистических данных. Что же касается третьего, Соленосного яруса, то он может занять положение нижнего яруса среднего кембрия (40; 80), или войти в состав нижнего отдела системы.

Некоторые дополнения в эту общую схему вносят позднейшие наблюдения в Иркутской губ., в частности в окрестностях с. Моты—Бодары, в верхней системе р. М. Ирети, в расстоянии около 70 кл. на ЮЗ от Усолья, куда в 1925 г. мной была совершена недельная экскурсия, в связи с изучением стратиграфии Усольского района. В немногих словах данные этих наблюдений сводятся к следующему.

Непосредственно против с. Моты, на правом берегу р. М. Ирети, возвышается г. Бодара, достигающая высоты 300 м. над уровнем долины, и по всей высоте сложенная палеозойскими, очевидно, среднекембрийскими известняками. Но у подножия этой горы из-под известняков выступает красноцветная толща мотских песчаников, которые по данным прежних исследований (10; 253) и новейших наблюдений *М. М. Тетяева* (21; 656), подстилаются уже до-кембрийской кристаллической свитой и должны быть поставлены в состав нижнего кембрия (40; 65). Перед нами, таким образом, здесь выступает красноцветная толща нижнего кембрия и покрывающие ее нижние и более верхние горизонты среднекембрийских известняков, залегающие в Усольском районе на очень большой глубине. Понятный отсюда большой интерес состава пород окрестностей с. Моты побудил меня во время вышеупомянутой экскурсии сделать попытку составить разрез г. Бодары. Нужно сказать, что склоны этой горы сильно задернованы; на северном склоне редки даже отторженцы, и только очень крутой южный склон дает немного изолированных обнажений и очень большое количество отторженцев, которым, при наличии по склону нескольких террас, можно также придавать известное значение. Конечно, полученный мною в этих условиях разрез представляет только грубое приближение к действительности. Но в масштабе намеченной нами стратиграфии усольского палеозоя и он приобретает значительный интерес. Разрез этот имеет следующий состав в нисходящем порядке [1]).

---

[1]) Разрез составлен по крутому ЮЗ склону г. Бодары, начиная от вышки триангуляционного пункта к устью рч. Камыжи. Мощность горизонтов определена при помощи анероида. Влияние метеорологических условий на точность определений было ничтожно, так как перед подъемом и после него получена была одинаковая отметка анероида на одной и той-же точке в долине р. М. Ирети.

Обычное для палеозоя Иркутской губ. спокойное залегание известняковой толщи г. Бодары, нарушаемое лишь очень пологой волнистостью пород, дает нам основание полученные величины относить прямо к мощности горизонтов, не вводя никаких поправок.

1. Серый плотный частию окремненный известняк средне-плитковатый . . . . . мощ. 50 м.

Терраса.

2. Светло-серый ясно-зернистый известняк . . . . . 35 м.

3. Известняк темносерый, иногда почти черный, битуминозный, то средне, то тонко-зернистый, всегда очень крепкий . . . . . 60 м.

4. Известняк серый зернистый, пористый и сильно ячеистый, часто как-бы изъязвленный, с гипсом . . . . . 40 м.

5. Ниже с ним переслаивается, постепенно замещая его, известняк пятнистый желтовато-серый, доломитизированный, зернистый и часто рассыпающийся, дающий ряд небольших скал и огромных отторженцев—глыб . . . . . 100 м.

Пологая терраса.

6. Серый крупнозернистый кварцевый, иногда конгломеративный песчаник, быстро переходящий в кирпично-красный полосатый песчаник . . . . . 15 м.

Уровень рч. Камыжи.

Всего . . . . . 300 м.

В этом разрезе легко найти почти все горизонты усольского палеозоя. Так, №№ 1—3, вполне отвечая разрезу по р. Б. Белой, приведенному на стр. 25, должны быть отнесены к горизонту мергелистых и битуминозных известняков Усольского яруса. Нижние горизонты того же яруса можно усматривать в развитии гипса и сильном изъязвлении известняков № 4,—что позволяет вместе с тем предполагать сильную водоносность этого горизонта и близкое к нему залегание глинистых слоев, не зафиксированных в приведенной схеме по причине сильной задернованности склонов г. Бодары.

Характерные пятнистые и рассыпчатые известняки № 5, нужно отнести уже в состав второго яруса, который можно назвать Бодаринским. Что касается, наконец, Соленосного яруса Усолья, то он не находит в г. Бодаре никакого иного выражения, кроме № 6 разреза, где выступают грубозернистые, иногда конгломеративные песчаники, переходящие затем в красноцветную Мотскую толщу, которую, впрочем, можно рассматривать, как образование того же порядка, что и соленосные отложения.

Однако, между данными разрезами кембрия имеется и существенная разница, а именно. В первом ярусе г. Бодары не хватает самых верхних слоев в виде тонкоплитковатых мергелистых известняков мощн. 40 м. (№№ 1 и 2 разреза р. Б. Белой),—что легко объяснить выветриванием и размывом их. Характерна также сравнительно малая мощность среднего кембрия, дающего в приведенном разрезе всего 285 м. вместо 700 м. района г. Усолья.[1]) Эта разница выступает еще резче, если принять во внимание небольшое расхождение состава и мощности сохранившейся части Усольского яруса,—что заставляет целиком отнести разницу за счет второго Бодаринского яруса, дающего в Усолье около 400 м., а в г. Бодаре всего 100 м. Это обстоятельство может найти себе различное объяснение; но оно, во всяком случае, вполне возможно в периферических областях такой подвижной зоны литосферы, какой в самом начале палеозоя была еще, вероятно, современная горная система В. Саяна.

[1]) Поправку за денудацию вводить здесь нет необходимости, так как мергелистые известняки в значительной их части смыты и в Усольском районе.

Наконец, различное литологическое выражение третьего яруса, в г. Усолье представленного соленосными горизонтами, а в г. Бодаре красноцветной толщей песчаников, нисколько не препятствует признанию их за синхроничные образования, при вполне допустимой близости физикогеографических условий их седиментации.

Вышеприведенные наблюдения в окрестностях с. Моты-Бодары и возможные сопоставления развитого там палеозоя с усольским разрезом приводят нас к заключению, что как красноцветная толща мотских песчаников, так и синхроничный с ней Соленосный ярус г. Усолья, относятся к нижнему кембрию; и что в составе среднего кембрия и в том и в другом разрезах выделяются два яруса: нижний, Бодаринский ярус, сильно колеблющейся мощности и состава, и верхний, Усольский ярус, отличающийся постоянством и состава и мощности.

Эта стратиграфическая схема может получить новое уточнение в результатах моих последних наблюдений по северной окраине Иркутского угленосного бассейна, в Балаганском округе, и на окско-ийском водоразделе. По этим данным (34; 33) гипсоносный Балаганский ярус, выделенный *К. И. Богдановичем* (10) в самостоятельную стратиграфическую единицу, перекрывающую средне-кембрийские известняки, в его нижней половине является лишь фациальным изменением горизонта мергелистых известняков, которыми начинается Усольский ярус среднего кембрия. Гипсоносная Балаганская свита, кроме того, перекрывается толщей светло-серых и белых кварцевых песчаников Окской свиты, которая может быть отнесена уже к верхнему кембрию, так как на окско-ийском водоразделе в 1926 г. в ней установлен горизонт главконитовых известковистых песчаников с фауной *оболид* (*Obolus*, *Lingulella*), весьма вероятно, верхнекембрийского возраста. Таким образом, Балаганская гипсоносная свита вместе с мергелистыми известняками Усольского яруса может занять стратиграфическое положение верхних горизонтов среднего кембрия.

Конечно, все стратиграфические построения, легшие в основу принимаемого здесь объема усольского палеозоя, опираются на недостаточный еще палеонтологический материал, и с накоплением такового могут испытать некоторые изменения. Главконитовые песчаники с фауной оболид могут занять, например, место в самых нижних горизонтах силура. В этом случае усольский палеозой замыкается средним кембрием, а верхняя половина Балаганской свиты, смытая в Усольском районе, займет место верхнего кембрия.

В связи с анализом стратиграфического состава месторождения всегда ставится вопрос и о горизонтальном распространении, по крайней мере, продуктивных горизонтов изучаемой толщи. Этот вопрос стоит в непосредственной связи с фациальными изменениями Иркутского кембрия, как и с вопросом об элементах древней тектоники, и в геологии Усольского месторождения, можно сказать, еще совсем не затронут исследователями. Понятно, поэтому, что мы лишены возможности хотя бы приближенно наметить площадь распространения соленосных отложений. Мы можем только констатировать очень широкое распространение соляных ключей и связанных с ними солончаков, которые от системы р. Б. Белой и верхних притоков ее, рр. Голумети и Аларя, через район ст. Мальты Томской ж. д., перекидываются в окрестности г. Усолья и проходят дальше на север, к верховьям рр. Илима и Лены. Что же касается до оконтуривания соленосной площади, то оно станет возможным только тогда, когда полнее будет изучена стратиграфия, а также тектоника кембрия и в связи с этим фациальные изменения отделов этой системы. В настоящее же время, на основании лишь двух глубоких скважин, достигших Соленосного яруса, можно только сказать, что залежь каменной соли имеет вероятную полезную площадь не менее одного кв. км., а вероятные запасы каменной соли в ней достигают 140 миллионов тонн.

Подземные воды и источники.

Описанные стратиграфический состав и тектоника месторождения дают основание для суждения о подземных водах района, их распределении в вертикальной и горизонтальной плоскости и условиях выхода на дневную поверхность в виде источников.

В составе трех охарактеризованных формаций Усольского района можно говорить о пяти водоносных горизонтах. Первый от поверхности водоносный горизонт, отвечающий понятию грунтовых вод, часто бывает связан с современными отложениями р. Ангары, в составе которых, кроме песков и галечников, отличающихся наилучшей водоносностью, было указано присутствие глин, играющих здесь роль водоупорного ложа горизонта. Горизонт этот, впрочем, может иметь лишь очень ограниченное горизонтальное распространение, так как современные отложения в нашем районе связаны только с речными долинами и, главным образом, с долиной р. Ангары; при том же, водоупорные глины являются непостоянным членом в их составе. Вполне понятно, что значение его очень не велико, тем более, что мощность перекрывающих глины песков и галечников обычно не превышает двух-трех метров. Много серьезнее в нашем месторождении иная гидрогеологическая роль современных отложений р. Ангары. При нередком залегании этих отложений непосредственно на палеозое их роль часто сводится к засорению и нередко полному закупориванию тектонических трещин и связанных с ними напорных соляных ключей. В других случаях они вызывают рассеивание и разубоживание соленых вод, маскируя, таким образом, или совсем уничтожая поверхностное выражение соленосности данного района.

Гораздо большее значение принадлежит второму водоносному горизонту, связанному с нижними слоями юрских отложений. При ограниченности горизонтального распространения первого этот горизонт во многих случаях собирает также грунтовые воды. Он характеризуется значительной мощностью своего водоупорного ложа в виде глин и аргиллитов, достигающей до 10 м., большим постоянством последних, прекрасной водоносностью выше лежащих юрских песчаников; залегает на различной, иногда довольно большой глубине, и потому, понятно, имеет очень большое значение в Иркутской губ., являясь главным резервуаром питьевых вод для населения. Заметная роль ему принадлежит и в Усольском районе, где он должен иметь также значительное распространение, особенно в южной половине, например, на Спасском о-ве, как и во всей южной части самого города. Большое значение он может иметь и в распределении восходящих вод глубоких горизонтов. Но в составе юрской угленосной формации может быть и еще ряд водоносных горизонтов. Впрочем, по данным глубокой Бархатовской скважины (19;18) они могут иметь место на уровне, превышающем только что рассмотренный горизонт, по крайней мере, на 70 м., т. е. связаны с той частью юры, которая в районе Усолья смыта и не может иметь практического значения.

В кембрийской толще пород мы намечаем три водоносных горизонта. Первый залегает чаще на глубине около 200 м., имея в своем основании известково-глинистые горизонты Усольского яруса, а в качестве водоносных слоев вышележащую толщу известняков, в значительной мере битуминозных. В Усолье этот горизонт, понятно, устанавливается лишь глубокими скважинами. Но местами он выходит и на дневную поверхность,—что наблюдается только в высоких антиклинальных поднятиях, например, по р. Б. Белой, на участке Бельск-Холмушино, и особенно в районе с. Бельска, где с ним связано большое количество сильных ключей и явления заболоченности. При большой глубине залегания и значительном количестве подстилающих его слоев известковых глин и глинистых сланцев, часто, правда, не очень мощных, этот горизонт должен отличаться широким распространением. Отмеченная же ранее

текстура битуминозных известняков, выходящих на дневную поверхость по р. Б. Белой и отличающихся всегда ясно-зернистым сложением, пористостью и иногда грубой ячеистостью, дает возможность предполагать высокую степень водоносности их и вместе большую насыщенность водами этого горизонта. Последнее обстоятельство, в связи с сравнительной доступностью глубин до 200 м., делает его очень важным в районе, особенно в отношении собирания вод, поступающих с глубоких горизонтов. Описанные в следующей главе режим вод глубоких скважин, изменения с глубиной крепости рассолов, как и иной химический состав вод этих глубин, всегда более или менее сернистых, вполне подтверждает самостоятельность и важное значение этого водоносного горизонта.

Мощный Бодаринский ярус среднего кембрия, развитый до глубины около 700 м., едва ли может содержать водоносные горизонты, так как ни одна из двух прорезавших его глубоких скважин не обнаружила в его составе сколько-нибудь значительных пластов глин или глинистых сланцев. Но состав ниже следующего Соленосного яруса нижнего кембрия, в котором существенную роль играют глины и глинистые сланцы, и самая соль часто является глинистой, не оставляет сомнения в наличии в нем водоносных горизонтов. Всего вероятнее, что мы здесь имеем два более или менее самостоятельных горизонта,—чего требует глинистый характер соляной залежи с самых верхних слоев ее, и ряд значительных слоев глин и глинистых сланцев в нижней половине. Это подтверждается высокой крепостью рассола в глубоких тектонических трещинах, проводящих воду из толщи каменной соли, и в особенности резким скачком крепости рассола в скв. № 3 при переходе ее в Соленосный ярус. Таким образом, в самой нижней части усольского палеозоя мы намечаем два водоносных горизонта: один развит над залежью глинистой соли, имея водоносными слоями породы Бодаринского яруса; другой замкнут в самой толще Соленосного яруса. В районе Усольского месторождения эти горизонты, видимо, изолированы; но они могут, вероятно, сближаться и даже связываться один с другим через верхнюю часть залежи соли, прослоенной лишь тонкими слоями глины.

Все перечисленные водоносные горизонты часто связываются тем или иным путем с дневной поверхностью, образуя многочисленные в районе *ключи и источники*. Выход подземных вод, связанных с 1 и 2 водоносными горизонтами, в большинстве случаев определяется пересечением дневной поверхности с водоносными слоями. Он находит свое выражение или в виде обыкновенных ключей типа нисходящих источников, которые довольно часто наблюдаются на левом берегу р. Ангары, или же в виде заболачивания луговой террасы, что составляет обычное явление в нашем районе. И то и другое, понятно, особенно часто наблюдается в синклиналях, где юрские отложения спускаются к долине р. Ангары. Но воды, связанные с угленосной юрой, могут выходить на дневную поверхность и в иных условиях. Например, по левому склону р. Ангары, вблизи устья рч. Скипидарихи и кожевенного завода, выше был отмечен ключ напорной пресной воды, выходящий среди поля юрских пород и связанный, очевидно, с тектоническими нарушениями в средней части Спасской антиклинали. Среди юрских пород такие ключи, однако, встречаются сравнительно редко,—что можно объяснить быстрым выветриванием их и развитием при этом глинистых продуктов, засоряющих выходы напорной воды.

Эти нарушения составляют, между тем, те единственные условия, в которых могут выходить на дневную поверхность подземные воды более глубоких горизонтов. Ими определяются нередко сложные пути, по которым циркулируют восходящие токи воды, как это намечается схемами ф.ф. 15 и 17. Однако, геологические условия нашего района далеко не всегда дают возможность непосред-

ственно наблюдать выходы этих вод, так как палеозой часто бывает перекрыт песчано-глинистыми продуктами разрушения юры или современными речными отложениями, которые скрывают от наблюдателя все поверхностные признаки глубоких подземных вод. Таким образом, выходы на дневную поверхность напорных вод глубоких горизонтов возможны здесь лишь при отсутствии маскирующих их песчано-глинистых речных современных или юрских отложений, что имеет место, например, в Усолье в верхней части Варничного о-ва и в парке курорта.

В связи с разрешением ряда практических вопросов, стоящих как перед солеваренным заводом, так и перед курортом, целесообразно коснуться еще условий *подземной циркуляции вод*. В этом отношении важнейшим является вопрос о вертикальной циркуляции и в связи с ним о происхождении восходящих источников, выводящих на дневную поверхность соленую воду.

Для объяснения очевидного здесь гидростатического напора достаточно вспомнить основные элементы тектоники нашего района. Он относится к довольно сильно погрузившейся части юго-восточного крыла Буреть-Бельской антиклинали, причем разница гипсометрического положения мергелистых горизонтов среднего кембрия в своде этой антиклинали, ниже с. Бурети, и в Усолье, например, у понтона достигает приблизительно 150 м. Это уже создает условия, достаточные для явления небольшого напора, по крайней мере, в верхнем водоносном горизонте кембрия. Кроме того, Усольский район входит в состав и другой, северо-западной Булайской антиклинали, находясь на понижении ее северо-восточного крыла, что также должно благоприятствовать восходящим токам воды. Но особенно здесь нужно иметь в виду положение района в общей тектонической схеме Иркутского Амфитеатра, в состав которого входит весь Иркутский угленосный бассейн. Все исследователи Иркутского бассейна и прилежащих к нему с СВ и ЮВ горных систем полагают, что по направлению на СВ, к области Приморских гор Байкала, и на ЮВ, к северным предгорьям В. Саяна, на дневную поверхность постепенно выводятся все более глубокие горизонты эопалеозоя, которые, наконец, по мнению некоторых, также постепенно сменяются подстилающей их толщей до-кембрийского кристаллического основания (10; 26; 31). В этих условиях в нашем районе понятны проявления гидростатического напора.

В самом деле, ближайшим к г. Усолью пунктом, где горизонты нижнего кембрия, стратиграфически близкие усольским, выходят на дневную поверхность, является вышеописанная г. Бодара в предгорьях В. Саяна. У подножи этой горы выступает красноцветная толща мотских песчаников, которую мы приняли выше статиграфически эквивалентной усольскому Соленосному ярусу. Если теперь разницу абсолютных высот уровня р. Ангары у г. Усолья и подножия г. Бодары принять в 70 м., то разность гипсометрического положения усольского Соленосного яруса, залегающего в г. Усолье на глубине 700 м., и толщи мотских красноцветных песчаников у подножия г. Бодары составит 770 м. Этой величиной и определяется тот гидростатический напор, которым соляные рассолы в Усолье выводятся на дневную поверхность. Но потери на трение, понятные в условиях очень сложных подземных путей, по которым воды глубоких горизонтов циркулируют к г. Усолью, несколько ослабляют это давление, и фактический напор, наблюдаемый в глубоких скважинах, понижается до 700 м. (скв. № 1 и № 3).

Только что изложенные соображения выясняют общие условия напора; но они не дают объяснения некоторым частным явлениям в Усолье, например, различной высоте пиезометрического уровня почти во всех скважинах и особенно явлению фонтанирования в Алмазной скважине, воды которой поднимаются на 12 м. выше сравнительно с ближайшими скважинами Варничного о-ва. В этом небольшом расхождении величины напора находят свое отражение очень сложные литологические и тектонические условия, в которых происходит глу-

бокая подземная циркуляция вод, и которые, конечно, могут меняться, в одних случаях вызывая увеличение упомянутых потерь на трение, в других же случаях приводя к их уменьшению. В последнем отношении особенного внимания заслуживают тектонические трещины и некоторые явления, связанные с ними. Известно, что каждая тектоническая трещина или даже перемятая зона пород открывает водам пути наименьшего сопротивления, по которым именно по этой причине всегда охотно следуют подземные воды. Движение по этим путям, следовательно, должно сопровождаться наименьшими потерями в напоре. К такому же понижению потерь тектонические трещины могут приводить и потому, что они во многих случаях дают значительное сокращение путей циркуляции подземной воды. Это соображение очень важно в условиях нашего района, где палеозойская толща пород, как это было выяснено в начале статьи, собрана в многочисленные мелкие, хотя и пологие складки, а секущие их тектонические трещины выдерживаются на протяжении дясятков километров. Нужно указать еще и на явление энергичного выщелачивания известняков по трещинам, с образованием многочисленных мелких пор и даже значительных пустот, прохождение которых подземными водами должно всегда давать также резкое понижение потерь на трение.

Сделанных замечаний, мы считаем, достаточно для того, чтобы объяснить те небольшие разности напора, которые наблюдаются в Усольском районе. Наибольший напор здесь дадут те скважины, которые прорезают наибольшее количество значительных тектонических трещин. Алмазная скважина, как это было выяснено в предыдущей главе, прошла тектонически сильно разбитую зону, и наблюдающееся в ней фонтанирование—дело совершенно понятное. Другие глубокие скважины в этом отношении находятся в менее благоприятных условиях, что также было выяснено выше и показано на ф. 17.

Но в режиме подземных вод, помимо гидростатического напора, большое значение имеет еще мощность водоносного горизонта. В г. Усолье имеются налицо все данные для того, чтобы подземные воды в большей или меньшей мере насыщали ту свиту известняков, которая перекрывает Соленосный ярус. Она замыкается залегающими выше известково-глинистыми горизонтами Усольского яруса, и, являясь во всей толще более или менее водопроницаемой, намечает возможную мощность напорных вод до 400 м. Однако, воды этой известняковой толщи, по данным всех скважин, отличаются невысокой соленостью, которая резко повышается у глубоких тектонических трещин (скв. № 1 и № 3) и также внезапно дает максимум крепости в Соленосном ярусе (фиг. 18; скв. № 3). Это заставляет считать более вероятным, что соленые воды замкнуты в самой толще каменной соли. Отсюда, водоносный горизонт, связанный с ней, и нужно считать источником напорных вод высокой солености, понятной в условиях омывания залежи соли; между тем, воды выше следующей известняковой толщи соприкасаются с глинистой каменной солью, как с постелью водоносного горизонта,—что, как известно, дает всегда лишь небольшой эффект выщелачивания. В этом случае напорные воды выражаются целой серией обособленных водоносных слоев небольшой мощности, в сумме, впрочем, дающих более 50 м. [1]).

Таким образом, подземные воды глубоких горизонтов усольского палеозоя находятся в условиях артезианского бассейна, которыми, в связи с тектоническим строением района, и определяется вертикальная циркуляция вод.

С явлением вертикальной циркуляции вод тесно связано перемещение их из одного водоносного горизонта в другой, и отсюда обогащение солями пресных вод верхних горизонтов, где они, впрочем, при последующей пластовой циркуляции распределяются неравномерно. Естественно, что наибольшее обо-

[1]) Возможно, что в отдельных частных случаях замыкание напорных вод может осуществляться и тектоническими трещинами, с которыми, особенно в их лежачем боку, связываются различные тектонокласты, всегда сопровождающиеся глинистыми продуктами перетирания.

гащение солями каждого из трех верхних горизонтов должно быть связано с источниками соляных рассолов, т. е. трещинами взбросов и зонами смятия пород. От линий же трещин, которые в нашем районе идут по азимутам СВ: 50°—60°, соленые воды постепенно разубоживаются вследствие смешивания их с пресными. Так как при этом наибольшее смятие пород и трещины взбросов в Усольском районе связаны с юго-восточными крыльями антиклинальных складок, то следует ожидать, что от осевой линии каждой разбитой взбросами и смятой антиклинали соленые воды будут циркулировать по водоносным слоям на юго-восток и в этом же направлении будут выдерживаться на более или менее значительное расстояние, с постепенным ослаблением крепости рассола; между тем, на северо-запад они будут быстро сменяться пресными водами. При выясненном же выше падении всей толщи палеозоя, кроме того, и на СВ подобные пластовые циркуляции обогащенных солями вод должны иметь место и в северо-восточном направлении.

Эти соображения о вероятном направлении пластовой циркуляции обогащенных солями вод могут иметь большое практическое значение, открывая возможность при помощи неглубокого бурения отыскивать наиболее богатые рассолами зоны водоносных горизонтов. С этой же точки зрения приобретают большой интерес, особенно для усольского курорта, уже проведенные в 1899 и 1915 г.г. разведочные работы на Спасском о-ве, которые, вместе с вероятной схемой тектонического строения местности, дают возможность наметить на площади острова соленосные участки, как это сделано на тектонической карте фиг. 4.

В заключение описания подземных вод необходимо еще коснуться вопроса об их химическом составе. В приложении V приведен ряд наиболее характерных анализов рассола из различных скважин и образцов каменной соли, полученных скважиной № 1 и № 3. Здесь, поэтому, мы ограничимся только выяснением общих особенностей химического состава вод.

Нужно сказать, что как в опубликованной печатной литературе, так и в неопубликованных архивных материалах, известно большое количество анализов усольских рассолов. Но все эти анализы страдают одним недостатком: они дают некоторое представление о составе и свойствах подземных вод в том виде, в каком они выходят на дневную поверхность в естественных ключах и источниках, т. е. в виде смешанных вод всех водоносных горизонтов. За всю долгую историю солеваренного завода не было ни одной попытки опробовать и проанализировать воды разных горизонтов, и понятно, что решительно все анализы имеют своим подзаголовком только название скважины, ванны или колодца. Отсюда происходит трудность разобраться в данных этих анализов, так как неизвестны особенности состава вод отдельных горизонтов. Практикам солеваренного завода и курорта давно, впрочем, бросилась в глаза одна особенность вод верхних водоносных горизонтов: это довольно большое количество выделяемого ими сероводорода,—что сильно чувствуется вблизи скв. *Бродовича* и особенно у фонтанирующей Алмазной скважины в парке курорта, где влияние сероводорода резко сказывается даже на окружающей, быстро гибнущей растительности. На это обращает внимание в своем последнем докладе Всесоюзному Горному Научно-техническому съезду в апреле 1926 г. горн. инж. *А. И. Сосов* (46), который указывает, что рассолы скважин № 2, *Бродовича* и Алмазной резко отличаются от рассола скв. № 3 большим содержанием сероводорода. Приведенные в приложении V анализы дают возможность к этому прибавить, что названные три скважины столь же резко отличаются и от скв. № 1, в рассоле которой, при крепости его в 17° Б., на 1 литр содержится всего 1,50 гр. серного ангидрида, между тем как рассол скв. Бродовича, при крепости всего в 9° Б., дает серного ангидрида—3,9 гр. Если принять во внимание, что бедные сероводородом скв. № 1 и № 3 получают рассол из нижнего водоносного горизонта, остальные же

скважины питаются водами, главным образом, верхнего горизонта палеозоя, где, как выяснено выше, водоносными породами служат битуминозные известняки Усольского яруса, то источник сероводорода в скважинах будет очевиден. Другая особенность тех-же вод заключается в сравнительно низкой крепости рассолов, которая обычно не превышает 10° Б.,—что после всего сказанного о распределении и циркуляции подземных вод и об источниках их соленосности не требует новых комментариев.

Что касается состава вод самого нижнего водоносного горизонта, в настоящее время доставляемых на дневную поверхность скв. № 1 и скв. № 3, то о них мы можем судить пока по единичным известным анализам только из скв № 1. Здесь прежде всего нужно отметить высокое насыщение их солями, достигающее до 20° Б и выше, а в некоторые моменты даже приближающееся к состоянию пресыщения. Обращает на себя внимание далее большая чистота получаемого рассола, содержащего при 180,14 гр. хлористого натрия прочих солей на 1 литр всего 2,79 гр. Характерно, наконец, полное отсутствие во всех до сих пор известных анализах рассолов калийных солей.

Большой интерес представляют также анализы различных проб каменной соли, полученных из скв. № 1, приведенные в том же приложении V. Эти анализы обнаруживают сравнительно небольшую чистоту соли, содержащей даже, повидимому, в лучших пробах 9,31% нерастворимых в воде остатков [1]). Но она отличается почти полным отсутствием других растворимых солей, составляющих всего 0,33%. Анализы прослоев глинистой соли дают уже 2,75% серно-кислого кальция. Количество же нерастворимого остатка в этих прослоях достигает 41,55%. Весьма интересно еще примечание аналитика Иркутской золотосплавочной лаборатории, из документа которой мы заимствуем анализы каменной соли из скв. № 1 (**50**): «Калий находится во всех трех пробах».

В последнее время выполнены анализы проб каменной соли и из скв. № 3, данные которых приведены в том же приложении (**53**). Отсюда произведено восемь анализов проб, взятых на различных горизонтах, что дает представление о составе соли по вертикальному разрезу залежи. Данные этих анализов повторяют, в общем, особенности химического состава, отмеченные выше. Следует все же указать, что прослои каменной соли обнаруживают здесь бо́льшую чистоту, так как количество нерастворимого остатка в пяти пробах понижается до 2%—5%, магний дает лишь следы, количество же хлористого натрия в некоторых пробах достигает 91,50%, при содержании влаги в 5%. Характерны, наконец, более определенные указания о калии. Этот элемент констатирован в самых верхних горизонтах залежи и лишь в одной из восьми проб. При этом в данных аналитика имеется замечание только о «следах» калия [2]).

Режим вод колодцев и скважин Усольского месторождения.

Приведенные в предыдущих главах данные о геологическом строении Усольского района, а также о распределении и циркуляции подземных вод открывают возможность разрешения ряда практических вопросов, стоящих перед месторождением, и в первую очередь вопросов, связанных с режимом колодцев и скважин.

---

[1]) Очень вероятно, что загрязнение соли обязано в этом случае техническим условиям бурения прибором Кийстона,—что в известной мере подтверждается ниже приводимыми данными анализа соли из скв. № 3.

[2]) Заслуживает внимания тот факт, что именно в верхних слоях залежи, где установлен калий, в разрезе скв. № 1, (Приложение III, слой № 34) указывается красновато-серая окраска соли, ниже переходящая в розовую, при мощности всего слоя в 4.88 м.

В режиме подземных вод Усольского района основными являются вопросы, касающиеся высоты и постоянства напора, крепости подаваемого скважинами рассола и количества поступающей воды или дебита. В связи с этим здесь всегда ставятся и различно решаются следующие уже более частного характера вопросы. 1) Некоторая согласованность режима всех скважин Варничного о-ва с уровнем вод р. Ангары. 2) Согласованность высоты напора в скв. Бродовича и № 2 и в ближайших колодцах. 3) Самостоятельность режима Алмазной скважины и явление фонтанирования в ней. 4) Различный дебит в скважинах, наибольший в скв. Бродовича и затем в скв. № 2. 5) Сравнительно высокая крепость рассола в этих двух скважинах и, наоборот, низкая в тех же горизонтах скв. № 1 и № 3. 6) Резкий скачек крепости рассола, наблюдавшийся на большой глубине в скв. № 1 и № 3.

Почти все поставленные вопросы прямо или косвенно освещались в предыдущих главах, и потому здесь мы остановимся на них по возможности кратко.

Что касается первого и второго из этих вопросов, то они находят свое объяснение в литологическом составе верхних горизонтов Усольского месторождения. В стратиграфическом очерке месторождения было выяснено, что как в долине р. Ангары, так и на значительной части ее островов широко распространены современные речные отложения, и что эти отложения во многих местах подстилаются угленосной юрой, которая в верхних горизонтах чаще всего бывает представлена также рыхлыми образованиями. Такой состав подпочвенных пород долины делает очень вероятным довольно глубокое проникновение вод р. Ангары и неизбежное при этом влияние их на соленые воды верхних водоносных горизонтов. Отсюда—одинаковая возможность такого влияния во всех смежных колодцах и скважинах и связь в их режиме, независимо от первичных тектонических отношений между ними, особенно в условиях незакрепленных скважин Варничного о-ва. Это влияние вод р. Ангары на колодцы и скважины давно установлено горн. инженером *А. И. Сосовым* (51). Им же нужно объяснить и связь режима смежных скважин — Бродовича и № 2, пьезометрический уровень которых определяется уровнем стояния вод в р. Ангаре, и при эксплоатации одной из них всегда изменяется в другой, как и в ближайших колодцах, ввиду понятного в указанных условиях образования воронки понижения. Такое влияние р. Ангары усиливается в данном случае еще теми взбросовыми трещинами и полосами перемятых пород, вблизи которых прошли эти скважины. Оно должно ослабевать в тектонически спокойных участках, а также по мере углубления скважин.

Только что приведенные соображения делают понятной и независимость от р. Ангары режима Алмазной скважины, заданной на возвышении левого склона долины, где нет современных речных отложений. По вопросу же о взаимной связи режима Алмазной скв., Бродовича и № 2 у нас нет никакого фактического материала. По тектонической схеме фиг. 17 такая связь вполне возможна; но она может быть установлена только специальными методами исследования. Та же тектоническая схема фиг. 17 дает объяснение и явлению фонтанирования Алмазной скв.,—что было уже выяснено в предыдущей главе. Здесь можно все же поставить вопрос о причинах отсутствия такого фонтанирования в скв. Бродовича и № 2, которые находятся в условиях, близких к Алмазной. Очень существенным в этом вопросе, по нашему мнению, является только что упомянутое положение последней скважины, находящейся вне влияния вод р. Ангары, а рядом с этим также и то, что это—единственная из всех скважин, закрепленная по всей глубине. И когда по всей глубине будет закреплена скв. Бродовича или скв. № 2, когда, следовательно, будет и здесь исключено понижающее напор влияние мощной реки Ангары, и вместе с тем уничтожено такое же влияние верхних водоносных горизонтов, тогда напор в этих скважинах, несомненно, повысится. Этот напор все-таки

будет, вероятно, меньше того, который дает Алмазная скважина, так как тектонические трещины и в скв. Бродовича и в скв. № 2 связаны, повидимому, с мощными глинистыми горизонтами, которые неизбежно должны ослабить напор.

Схема фиг. 17 делает, наконец, понятным как различный дебит скважин, так и разную крепость подаваемого ими рассола. Скважины Бродовича и № 2, пересекшие на небольшой глубине систему трещин крупного взброса, понятно, должны дать и дебит и крепость рассола более высокие, чем скваж. № 1 и № 3, которые на тех-же глубинах прошли тектонически спокойную зону [1]).

Несомненно, таким же пересечением крупной тектонической трещины нужно объяснить и тот внезапный скачек в крепости рассола от 6° — 6,5° Б. до 16°—18° Б, который зафиксирован на большой глубине в скв. № 1 и № 3 (фиг. 17).

Участок верхней части Варничного о-ва, как и левого берега р. Ангары, в районе трех рассмотренных нами глубоких скважин характеризуется, вообще, сильным тектоническим смятием пород, как это показано на карте ф. 4, и вследствие вероятного развития здесь целой системы взбросовых трещин отличается довольно крепкими рассолами, выходящими или непосредственно на дневную поверхность в виде соляных ключей, или связанными с самыми верхними горизонтами вод, как это имеет место в скв. № 5 разведки 1915 г.

Что касается режима глубоких скважин № 1 и № 3, расположенных в нижней и средней части Варничного о-ва, то он не вызывает каких-либо вопросов. Но в той и другой скважине большой интерес представляет изменение с глубиной крепости рассола, показанное, наряду с другими скважинами, на диаграмме фиг. 18. Обе эти скважины в верхних горизонтах, как это было уже указано, дают сравнительно низкую крепость рассола, колеблющуюся в пределах 1%—5%; тогда как скв. № 2 в тех-же горизонтах дает рассол до 7%—9%, что наблюдалось и в скважине Бродовича. Эта крепость рассола, с небольшими колебаниями в скв. № 3, и медленно повышаясь в скв. № 1, достигает своего максимума в обоих скважинах на глубине около 200 м. В скважине № 3 такой максимум наблюдался сначала на 180 м., где рассол достиг крепости почти 7,5%; после заметного понижения на глубине около 200 м. был второй максимум с крепостью до 7,5%; ниже крепость снова понизилась, достигнув третьего максимума в 8% крепости на глубине около 250 м. После этого рассол быстро понизился до 4,5% крепости и, медленно понижаясь дальше до 4 и 3,5%, сохранил ее до глубины 425 метров. В пределах той же приблизительно крепости 4—7% рассол сохранялся до горизонта 593 м., где он дал внезапный скачек до 17%; а на глубине 691 м., уже в толще каменной соли, с 19% крепость также внезапно достигла 27% и 29,6%.

В скв. № 1 крепость рассола достигает до 4,5% на глубине 210 м.; ниже, после небольшого понижения, она повышается до 5,2% на глубине около 240 м. и затем, понизившись до 4,5%, остается на этой высоте до горизонта 640 м. На глубине последнего горизонта рассол дает внезапный скачек до 14%, крепости, а еще ниже повышается почти до 18%.

Подобные же изменения крепости с глубиной диаграмма ф. 18 обнаруживает и в других скважинах. При этом первый максимум крепости совпадает с выделенным выше верхним водоносным горизонтом палеозоя. Характерно также, что в скважине № 1 ниже названного водоносного горизонта, с глубины 235 м. до 260 м., забой оказался совершенно сухим; глубже, вследствие, очевидно, медленного притока с верхних горизонтов, уровень стояния вод снова поднялся, а с глубины около 450 м., с небольшими колебаниями, сохранялся у самого края обсадных труб (фиг. 18).

Иное значение колебания крепости рассола имеют в Алмазной скв. Первый

[1]) К сожалению, у нас нет данных о дебите в тех же горизонтах Алмазной скв. Но наивысшая крепость рассола и здесь достигала на глубине 150 — 210 м., где скважина прошла сильно перебитые горизонты.

максимум в 5,5—7,5%, наблюдавшийся здесь на глубине от 150 до 210 м., совпадает с зоной тектонических нарушений; второй того же происхождения был на глубине 260 м., и, наконец, третий в 6%, у забоя скважины, может быть связан с первым палеозойским водоносным горизонтом, залегающим здесь, в результате взброса или флексуры, на большой глубине. Для скв. № 3 можно также отметить индивидуальную черту, которая заключается в том, что на глубине от 50 до 120 м. в ней наблюдалась довольно высокая крепость рассола в 7,5%, какая в скв. № 1 здесь не обнаружена. Это явление может быть связано с пересечением трещин, очень возможных в условиях небольших складок второго порядка Варничной синклинали. Особое положение занимает и тот внезапный скачек крепости рассола, который наблюдался на глубине 640 м. в скв. № 1 и на глубине 593 м. в скв. № 3. Выше он был связан нами с весьма вероятной здесь крупной тектонической трещиной. Подобный же второй скачек на глубине 691 м. в скв. № 3 указывает на обособленное положение водоносного горизонта, приуроченного к залежи соли.

Что касается, наконец, разведочных скважин на площади Спасского о-ва, то все они имеют очень небольшую глубину не более 40 м., и в большинстве случаев характеризуются водами невысокой солености, представляющими, впрочем, большой интерес для курорта. В последнем отношении наибольший интерес имеет прежде всего скв. № 2, разведки 15 г., расположенная возле пароходной пристани и встретившая на глубине 12 м. рассол крепостью 7,5° Б. Как видно из тектонической карты фиг. 4, она расположена, подобно разведочной скв. № 5 на Варничном о-ве, на юго-восточной стороне сильно перемятой полосы курорта и скв. Бродовича. В небольшом расстоянии от этой скважины, по Александровскому тракту, находится скв. № 1, того-же года разведки, которая встретила рассол в 8° Б, но уже на глубине 17 м. Рассол обоих скважин связан, несомненно, с одним и тем-же юрским водоносным горизонтом, и более глубокое залегание его в скважине № 1 подтверждает погружение палеозоя в юго-восточном направлении. Нахождение же в этом пункте соленой воды вполне естественно при пластовой циркуляции вод от смятой полосы Варничного о-ва согласно ЮВ наклону пород. На ЮВ от дер. Угольник расположен еще ряд скважин с солеными водами. Присутствие соленой воды в скважинах: № 2 и № 5, 1899 г. и № 3 и № 4, 1915 г., расположенных на одной полосе северо-восточного направления, указывает также на вероятную близость к ним ряда взбросовых трещин. Довольно сильное нарушение проходит, очевидно, и возле скв. № 5 1899 г. и № 3 1915 г., так как согласно разрезам этих скважин, соленые воды их связаны с одним и тем-же юрским водоносным горизонтом, но в последней они встречены на глубине 12 м., а в первой на глубине 20 м. В связи с вероятными здесь нарушениями стоит и то явление слабого фонтанирования скв. № 5, которое отмечено в буровом журнале. Обращает также на себя внимание довольно глубокое положение горизонта соленых вод в скважине № 4 1915 г.,— что подтверждает постепенное опускание палеозоя и вместе юры с водоносными горизонтами на СВ.

В заключение сделанного выше обзора подземных вод и их режима интересно добавить еще некоторые соображения по вопросу о возможном дебите скважин.

Как известно, дебит каждого водоносного горизонта определяется величиной подземного водного бассейна и питающей его водосборной площади, мощностью водоносного слоя и скоростью просачивания воды, а для артезианских бассейнов еще и величиною напора (38а; 46). В условиях Усольского месторождения мы лишены пока какой-нибудь возможности точно определить как величину бассейна, так и скорость просачивания воды в забое скважины. Мы можем только назвать минимальную мощность водоносного слоя, подающего в скважины крепкие рассолы, определив ее, по крайней мере, в 50 м.,

указать величину напора в 700 м. и вместе сказать, что объем нашего бассейна должен быть очень значителен, скорость же просачивания сравнительно небольшая, так как водоносными породами служат—глинистая каменная соль и известняк. В этих условиях определение дебита возможно только чисто эмпирическим путем в каждой уже пройденной скважине, попытки чего уже были сделаны. Однако, учитывая всю совокупность геологических условий месторождения, мы можем наметить ту обстановку и даже назвать в нем те участки, где можно ожидать наибольшего дебита. При вероятной значительности нашего водного бассейна, несомненной обширности водосборной площади и указанной мощности водоносного слоя, вообще говоря, дебит усольских глубоких скважин может быть очень большим, и в каждом частном случае должен зависеть от скорости просачивания воды к забою скважины. Эта скорость будет меньше в известняках и в каменной соли, сохраняющих нормальную крепость довольно плотной горной породы; но она будет больше в тех же породах, тектонически перебитых и разрушенных, и еще больше там, где водоносные слои прорезаны тектонической трещиной или, возможно, целой системой таких трещин. В каждом из названных случаев, соответственно, будет повышаться и дебит, который должен быть особенно значительным и надежным там, где имеют место тектонические трещины, наиболее развитые по простиранию, а таковыми, вероятнее всего, должны быть те из них, которые встречены скважинами на большой глубине.

Таким образом, можно сказать, что в Усольском районе наибольший дебит нужно ожидать в скважинах, которые встретят крупные тектонические нарушения на большой глубине. Значительные нарушения могут быть, правда, и на малых глубинах, где они также могут дать большой дебит скважин, пример чего мы видим в скв. Бродовича. Но, помимо возможного возникновения такой трещины на тех-же малых глубинах, исключающего питание ее крепкими рассолами, эти трещины даже и при непосредственной связи их с глубокими горизонтами менее интересны потому, что циркулирующие по ним крепкие рассолы находятся под неизбежным опресняющим влиянием вод высоких горизонтов. Именно этот случай, вероятнее всего, мы имеем как в скв. Бродовича, так и в № 2.

С указанной точки зрения наибольший дебит, с сохранением рассолом его высокой крепости, мы можем расчитывать встретить только в глубоких тектонических трещинах. Таковые в районе Усольского месторождения, по данной в предыдущих главах схеме его геологического строения, мы можем ожидать в каждой более или менее значительной и особенно тектонически смятой синклинальной складке. При этом, вследствие обычного в районе смещения нарушений на ЮВ, некоторым указанием на нарушения в глубоких зонах данной синклинали могут служить наблюдающиеся на дневной поверхности и на ЮВ от нее разбитые антиклинали второго порядка, как это мы имеем в Варничной синклинали Усольского месторождения. И чем значительнее и резче выражена синклиналь, тем больше возможности встретить в ней глубокие тектонические трещины. В них мы вправе ожидать и наибольший дебит скважин, а вместе с тем и наименьшие потери напора, как это было выяснено ранее. В узких пределах площади Усольского месторождения нами описаны выше две антиклинали, Известковая и Курортная, и между ними две синклинали, Варничная и Яманья. В синклинали Варничной глубокими скважинами № 1 и № 3 уже установлена, вероятно, значительная тектоническая трещина. Такие же трещины и, возможно, даже более значительные вероятны и в пределах Яманьей синклинали, выраженной значительно резче, чем первая.[1]) Иное, но также важное значение могут иметь и зоны по-

[1]) Собственно, и Курортную антиклиналь следует отнести к категории антиклиналей второго порядка, и ее разбитый характер служит поверхностным выражением тех нарушений, которые развиты на глубине в Варничной синклинали.

верхностных или близких к поверхности нарушений,—что имеет место в Курортной и, вероятно, в Спасской антиклинали. При полной возможности и здесь высокого дебита эти зоны представляют большой интерес для усольского курорта, эксплоатирующего рассолы невысокой крепости.

Что касается абсолютных величин дебита скважин, то произведенные до сих пор попытки определения их при помощи тартания, к сожалению, ни разу еще не были доведены до конца, так как развивавшийся при этом максимум производительности тартания не достигал критической точки пьезометрической поверхности в скважине. Уже один этот факт говорит о вероятном большом дебите скважин. Наиболее интересные опыты произведены в 1926 г. горн. инж. *А. С. Головенковым*, проведшим пробное тартание скв. № 1 и № 3. Скв. № 1 при тартании дала понижение уровня воды с 3 м. глубины до 16 м., при чем наибольший достигнутый дебит дал около 10 кб. м. или до 840 вед. в час. Продолжавшееся после этого тартание уже не могло изменить глубины уровня, который оставался постоянным. Почти такие же результаты дало пробное тартание и скв. № 1, где достигнутый дебит составлял 9,14 кб. м. воды, при понижении воды до постоянного уровня на глубине всего 12 м. Очевидно, что для определения истинного дебита здесь необходимо применение мощных насосов, которые позволили бы достигнуть критической точки кривой дебита [1]).

Заключение.

Данное выше геологическое описание месторождения позволяет сделать следующую краткую характеристику его геологического строения.

Усольское месторождение каменной соли в Иркутской губ., питающее и солеваренный завод и курорт, входит в состав иркутского кембрия и по стратиграфическому положению залежи соли относится, вероятно, к нижнему отделу этой системы. Залежь соли представлена сложным по составу пластом, залегающим на глубине около 700 м. и в части его, вскрытой глубоким бурением, достигает мощности 70, 75 м., при 57,3 м. полезной мощности соли. Вопрос об истинной мощности соленосной толщи Усолья еще не ясен. Однако, очень вероятно, что мощность эта значительно больше. Положение же Усольского района в южной части Иркутского Амфитеатрэ, в непосредственной близости к Древнему Темени Азии, и отношение месторождения по возрасту к началу кембрийского периода, т. е. к переходному моменту в жизни Саяно-Байкальской геосинклинали, когда в северных участках она переживала эпоху борьбы между сушей и морем, дает основание допускать здесь возможность развития тех бассейнов, которые *Шуккертом* были названы моногеосинклиналями (**42**), а в связи с ними, по теории Де-Лонэ (**38**; 31), и возможность ряда соляных месторождений, как и месторождений битумов, весьма большой мощности.

По литологическому составу соленосной толщи, в которой прослойки гипса встречаются сравнительно редко, и по химическим анализам каменной соли, обнаружившим в ней присутствие калия, Усольское месторождение, вероятнее всего, относится к типу морских, образовавшихся в результате концентрации солей в изолированной лагуне кембрийского моря (**36**, 300). Но, так как небольшие количества калия могут быть и в континентальных месторождениях (**41**, 104—210), то для решения вопроса о типе Усольского месторождения необходимо более детальное изучение литологического состава Соленосного яруса.

---

[1]) Горн. инж. *А. И. Сосов* делает попытку вычисления дебита скв. № 1, определяя его с грубым приближением в 4860 вед. в час,—что, по его расчетам, должно дать годовую производительность только одной этой скважины в 5 мл. пудов поваренной соли (**46**; 33). По его же данным (**46**; 22) производительность скв. Бродовича достигает 2000 вед. в час, а Алмазной скваж. 66.000 вед. в сутки.

Пласт каменной соли изучен еще очень слабо, так как он частично пройден всего двумя скважинами (№ 1 и № 3), и мы не можем еще судить о его горизонтальном распространении. Мы можем только считать пока вероятным, что соленосная толща сохраняет указанную выше мощность пласта на площади не менее 1 кв. кл., и потому вероятный запас каменной соли принять около 140 милл. тонн. Возможные запасы должны быть во много раз больше.

Большая глубина залегания пласта затрудняет непосредственную его эксплоатацию шахтами, и потому солеваренный завод ограничивается до последнего времени выпариванием соли из крепких рассолов, доставляемых глубокими скважинами. Эти рассолы являются результатом выщелачивания каменной соли подземными водами водоносного горизонта, связанного с соленосной толщей, и в напорных условиях артезианского бассейна поднимаются вверх. Так как, кроме того, действием складчатых явлений юрского и мелового периода вся толща усольского кембрия оказалась разбитой многочисленными, чаще мелкими нарушениями типа послойных перемещений и иногда более крупными взбросами, то соляные рассолы в указанных условиях напора распределяются по водоносным горизонтам верхних ярусов кембрия и угленосной юры, а в подходящих условиях выходят и на дневную поверхность в виде соляных ключей и источников. Воды этих горизонтов отличаются небольшою соленостью (5°—10° Б.), но, при очень небольшой глубине их залегания, они эксплоатируются усольским курортом. Кроме невысокой крепости, воды верхних горизонтов богаты сероводородом, получающимся благодаря выщелачиванию битуминозных известняков верхнего яруса среднего кембрия.

Что касается вопроса о возможных направлениях эксплоатации месторождения в ближайшем будущем, то она может развиваться в разных направлениях.

Можно эксплоатировать рассолы невысокой крепости, получаемые из естественных источников или колодцев и неглубоких скважин, как делал до последнего времени солеваренный завод, и как это делает до настоящего времени курорт. Но можно эксплоатировать и первичный источник соленых вод в виде залегающего на большой глубине пласта каменной соли, путем ли непосредственной добычи ее при помощи шахты, о чем в последнее время начинают серьезно думать руководители иркутской горной промышленности, или путем получения с глубины этого пласта естественных крепких рассолов. В каждом из указанных случаев можно различно подходить к месторождению.

В случае эксплоатации рассолов невысокой крепости и солеваренный завод, расположенный на Варничном о-ве, и усольский курорт, находящийся против него, занимают очень выгодное положение, так как с их территорией связана полоса довольно интенсивных тектонических нарушений, проводящих рассолы с глубоких горизонтов. От парка курорта через Варничный о-в эта полоса перекидывается на Спасский о-в (фиг. 4), в нижней части которого сохраняются те же благоприятные условия. Обогащение рассолами верхних водоносных горизонтов продолжается на сравнительно небольшое расстояние и вверх по р. Ангаре (для юры около 0,5 кл.),—что в полной мере сохраняется и на Спасском о-ве. При использовании этих рассолов особенно благоприятным нужно считать участок на Спасском о-ве, расположенный непосредственно выше Варничной полосы нарушений, так как рассолы здесь связаны с юрским водоносным горизонтом, залегающим на глубине от 10 до 20 м., и легко могут быть использованы мелкими скважинами. Но этот участок не является в указанном отношении единственным в районе месторождения. В верхней половине Спасского о-ва, вблизи дер. Угольник, проходит новая полоса нарушений, интенсивность и масштаб которых еще неизвестен; но обогащение рассолами юрского водоносного горизонта не вызывает сомнений и здесь. Несложным дополнительным бурением в этом участке легко найти более обогащенные горизонты. Ближе к левому берегу р. Ангары они должны залегать на глубине 10—12 м., которая на СВ, к дер. Жилкиной, довольно быстро должна увеличиваться. Подобная же вероятная полоса

тектонических нарушений и вместе обогащения рассолами верхних горизонтов пород имеет место и в северной части месторождения, ниже глубокой скв. № 1. Но этот участок, включающий в свой состав нижнюю вершину Варничного о-ва и верхнюю часть о-ва Березового, менее благоприятен в том отношении, что здесь почти или совсем отсутствуют юрские отложения, водоносный горизонт которых является собирателем притекающих снизу соленых вод. Отсюда, использование восходящих рассолов неглубокими скважинами здесь возможно только непосредственно из тектонических трещин, отыскание которых в указанных условиях может быть делом не легким.

Следует, наконец, заметить еще, что геологические условия Усольского месторождения в Иркутской губернии не редки, и на обширных пространствах развития кембрия здесь можно было бы указать целый ряд районов, очень благоприятных для использования восходящих рассолов. Я укажу только один район, находящийся вблизи г. Усолья, и располагающий всеми данными для возможного его развития. Это—Мальтинский район. Здесь проходит целый ряд зон тектонических нарушений, которые проводят на дневную поверхность соленую воду, обусловливая развитие солончаков и соляных ключей, о которых было упомянуто в геологическом очерке Черемховского района. В последние годы в Мальте устроена климатическая станция.

Что касается второго возможного направления эксплоатации Усольского месторождения, то здесь в свою очередь могут быть два способа: эксплоатация твердой каменной соли при помощи шахты и эксплоатация естественного рассола при помощи глубоких скважин. По поводу первого способа нужно прежде всего заметить, что в геологическом описании месторождения был приведен ряд фактов, указывающих на сильный водоносный горизонт, который связан с пластом каменной соли, и который создаст крайне тяжелые условия работ в этом направлении. Для окончательного решения этого вопроса нужно, впрочем, иметь более полное представление о мощности и составе пласта, и не исключена возможность того, что в более глубоких горизонтах пласт окажется совершенно сухим, как это имеет место во многих месторождениях, и в частности в Бахмутском районе Донецкого бассейна. (37; 7, 16).

Иные требования предъявляет к Усольскому месторождению эксплоатация крепких рассолов глубокими скважинами. В этом отношении заслуживает прежде всего внимания применяемый в настоящее время на солеваренном заводе метод эксплоатации глубоких скважин, названный методом компрессирования (1). Метод заключается в нагнетании в скважину слабого рассола под давлением до 7 атмосфер,—что, по мнению местных практиков, должно вызвать искусственное выщелачивание залежи каменной соли и выход на дневную поверхность через ту же скважину рассола высокой крепости (рассол вливается по затрубному пространству, выходит из скважины через трубу или наоборот). Развивая ту же идею дальше, местные инженеры проектируют заложение рядом двух глубоких скважин и всю дальнейшую эксплоатацию предполагают построить на принципе двух сообщающихся сосудов: в одну скважину нагнетается под давлением слабый рассол, получаемый из скв. Бродовича, или даже пресная вода; через другую фонтанирует крепкий рассол, выходя на поверхность в количествах, равных нагнетаемому.

В теоретическом обосновании этого метода и во всех дальнейших построениях глубокая скважина рассматривается, как простая физическая система двух сообщающихся сосудов. Действительно, все скважины Усолья во всех водоносных горизонтах, особенно в палеозойских, всегда обнаруживают напорные воды,—что, в частности, в скв. № 1, в эксплоатации которой впервые применен этот метод, проявляется в уровне стояния вод, близком к краю обсадной трубы, и что, при опущенной в скважину трубе небольшого диаметра, дает два столба воды, осуществляющих указанную физическую систему. Однако, в этих условиях говорить о создании обстановки сообщающихся сосудов и думать,

что нагнетаемая вода или слабый рассол должны омывать и выщелачивать пласт каменной соли, преодолевая огромное напряжение (около 80 атм.) и подавая на дневную поверхность «искусственный» рассол, — значило бы отрицать наличие в природных условиях еще другой, геологической стороны вопроса, которая сильно осложняет всю физическую систему, и заключается в следующем.

Опыт эксплоатации скв. № 1, названный методом компрессирования, несколько напоминает оргинальный метод определения дебита артезианского колодца путем приливания в него воды. Пока количество приливаемой воды менее величины дебита, она исчезает в колодце совершенно бесследно, не оказывая никакого влияния на пьезометрическую поверхность колодца, которая определяется физическими условиями во всем целом артезианского бассейна, охватывающего обычно весьма обширные площади, измеряемые сотнями и даже тысячами квадратных километров. Водоносный горизонт, связанный с соленосной толщей Усолья, также представляет огромный артезианский бассейн, напорные воды которого получают свое гидростатическое напряжение от предгорьев В. Саяна и Прибайкалья, и нагнетание воды в этот мощный бассейн не может достигнуть того эффекта, на который расчитывает метод компрессирования.

Впрочем, это нагнетание может достигнуть в известной мере и ожидаемого практиками солеваренного завода результата, но в одном только случае, а именно: если геологические условия, которыми характеризуется эксплоатируемая скважина, действительно, близки к физической системе сообщающихся сосудов. Последнее же возможно тогда, когда рассол в забое скважины более или менее изолирован от артезианского бассейна в целом, или, иными словами, когда скорость просачивания воды у забоя настолько низка, что связь скважины с артезианским бассейном практически ничтожна. Таким образом, осуществление метода эксплоатации компрессированием в той мере, в какой он проектируется солеваренным заводом, возможно только в тех скважинах, которые, при малой скорости просачивания, отличаются низким дебитом[1]). Там-же, где связь скважины с артезианским бассейном осуществляется тектоническими трещинами, и где скважины дают довольно высокий дебит, этот метод не достигнет сколько-нибудь существенных результатов, кроме некоторого разубоживания рассола и простой подачи его, которая легко может быть осуществлена и без применения нагнетания. Последнее в полной мере приложимо к скв. № 1 и № 3, которые на большой глубине пересекли, очевидно, крупную тектоническую трещину и, по данным *А. С. Головенкова*, должны иметь довольно высокий дебит.

Таким образом, мы и здесь приходим к тому же положению, которое было развито в предыдущей главе, а именно: при эксплоатации крепких рассолов, независимо от метода ее, наибольшую гарантию успешности работы во всех отношениях могут дать глубокие зоны тектонических нарушений, где мы встречаем и большую крепость рассола, и наибольший дебит, и, наконец, наиболее высокий напор. Отсюда следует, что в дальнейшем изучении Усольского месторождения центральное место должно занять изучение его тектоники. До тех же пор, пока наши познания о тектонике ограничены только самыми верхними зонами усольских формаций, разведка должна обратить серьезное внимание на крупные синклинальные понижения. В эксплоатации же придется пока ограничиться пределами Варничной синклинали, с возможным переносом работы завода и на левый берег р. Ангары, ниже парка курорта.

---

[1]) Впрочем, нужно сказать, что в этих условиях метод компрессирования еще недостаточно испытан, и весьма возможно, что здесь он даст не те результаты, как в скв. № 1 и № 3.

Приложение I.

РАЗРЕЗЫ ПО СКВАЖИНАМ РАЗВЕДКИ 1899 ГОДА [1]).

Скважина № 1.

(Во дворе конторы солеваренного завода).

1. Растительный слой и чернозем	мощн.	1,16	метр.
2. Песок желтый	„	0,05	„
3. „ желто-серый, уплотненный	„	1,09	„
4. Галька в желтом песке	„	0,96	„
5. Уголь с суглинком	„	1,78	„
6. Глина серая	„	0,02	„
7. Бурый уголь	„	0,20	„
8. Глина серая	„	0,41	„
9. Уголь бурый	„	0,78	„
10. Глина серая довольно плотная	„	0,58	„
11. Глина с кремневыми конкрециями, серая, кристаллическая	„	0,41	„
12. То же, но ушла вода	„	1,78	„
13. „ но появилась вода	„	2,62	„
14. То же	„	0,33	„
Всего		12,17	метр.

Скважина № 2.

(На Спасском острове)

1. Растительный слой и чернозем соленого вкуса,	мощн.	0,33	метр.
2. Глина песчаная желтая	„	0,02	„
3. Глина серая	„	1,32	„
4. Песок желто-серого цвета	„	0,94	„
5. „ темно-желтого цвета	„	0,15	„
6. Галька в песке темно-желтого цвета	„	0,13	„
7. То же, но песок крупный, с мелкой кварцевой галькой	„	1,55	„
8. Порода та-же (галька в песке)	„	0,91	„
9. Песок желтый, с мелкой галькой	„	0,51	„
10. Песок светло-серый, с кремневыми конкрециями, довольно плотный	„	0,18	„
11. Бурый уголь черного цвета, плотный, крошится, горит хорошо	„	1,67	„
12. Углистая земля	„	0,74	„
13. Бурый уголь	„	0,05	„
14. Глина песчаная, серая, плотная	„	0,89	„
15. Углистая земля бурого цвета	„	1,65	„
16. Глина светло-серая песчаная, очень плотная	„	0,58	„
17. Та-же глина, но со включениями кремня	„	0,01	„
18. То же	„	0,71	„
Всего		12,34	метр.

Скважина № 4.

(На Спасском острове).

1. Почва	мощн.	—	
2. Песок серо-желтый	„	0,10	метр.
3. Галька в песке (песок речной, кварцевый); галька попадается крупная	„	2,24	„
4. Песок с галькой	„	2,46	„
5. Песок крупный светло-серый оч. плотный	„	2,29	„
6. Глина песчаная серого цвета	„	3,38	„

[1]) Приводимые ниже разрезы извлечены из буровых журналов разведки.

7. Глина песч. с кремневыми конкрециями и знаками угл. земли.	мощн.	2,29	метр.
8. Глинистый сланец коричн. цвета, плотный, жирный на ощупь	„	6,30	„
9. То же	„	3,05	„
Всего . .		22,11	метр.

Скважина № 5.

(На Спасском острове).

1. Наносный песок светло-желтого цвета, мелкий	мощн.	2,59	метр.
2. То же „ „ „ „	„	1,90	„
3. Песок крупный, дресвяный	„	0,02	„
4. Галька в песке (попадается много валунов)	„	1,07	„
5. Песок крупный, дресвяный	„	2,16	„
6. Глина серая песчаная, довольно крупная	„	0,63	„
7. Песок серовато-белый, крупный, уплотненный	„	0,99	„
8. Глина серая, песчаная довольно плотная	„	0,69	„
9. То же „ „ „ „	„	2,18	„
10. Глинистый сланец, коричневый, плотный	„	0,20	„
11. Глина темно-серая, жирная	„	0,61	„
12. „ светло-коричневая, жирная	„	1,59	„
13. Глинистый сланец темно-сер., плотный, жирный	„	0,69	„
14. Глина серая	„	0,63	„
15. То же, но цветом несколько желтее	„	3,38	„
16. То же[1] „ „ „ „	„	2,13	„
17. То же[2] „ „ „ „	„	0,61	„
18. Песок серый, крупный	„	0,61	„
Всего . .		22,68	метр.

Скважина № 6.

(На Спасском острове)

1. Глина желтая	мощн.	0,46	метр.
2. Песок уплотненный беловато-желтый	„	1,22	„
3. Песок крупный, рыхлый	„	2,39	„
4. Галька в песке	„	1,27	„
5. То же „ „ „	„	1,73	„
6. Песок желтый, крупный	„	0,23	„
7. Песок серый, очень плотный	„	6,10	„
8. Уголь бурый	„	0,13	„
9. Глина серая песчаная, плотная, с кремневыми конкрециями	„	3,20	„
10. То же, но более мягкая	„	7,69	„
11. То же	„	—	
Всего . .		24,42	метр.

Скважина № 7.

(На Спасском острове).

1. Глина песчаная желтая	мощн.	2,46	метр.
2. Глина серая	„	0,05	„
3. Песок желто-серый	„	0,43	„
4. Галька в песке	„	0,91	„
5. Та же галька в песке	„	2,18	„
6. Песок светло-серый, уплотненный	„	5,99	„
7. Углистая земля	„	1,04	„
8. Глина серая песчаная, с кремневымя конкрециями	„	4,57	„
9. То же	„	—	
Всего . .		17,63	метр.

[1]) Появилась соленая вода крепостью $3^1/_2°$ Б.
[2]) „ „ „ „ $3^1/_2°$ Б.

Приложение II.

РАЗРЕЗЫ ПО СКВАЖИНАМ РАЗВЕДКИ 1915 года [1]).

Скважина № 1.

(На Спасском острове).

1.	Почва	мощн.	0.17 метр.
2.	Песок светло-серый	„	4,39 „
3.	Галька с песком светло-серая	„	4,58 „
4.	Глина пластичная, голубая	„	0,02 „
5.	Прослоек каменного угля	„	0,66 „
6.	Глинистый сланец серый	„	2,19 „
7.	Глинистый песчаник, мелкозернистый твердый, перемежающийся с крупно-зернистым рыхлым; цвет в обоих случаях светло-серый	„	2,45 „
8.	Песок серый	„	3,35 „
9.	„ красно-бурый [2])	„	2,13 „
10.	Глинистый сланец коричневый	„	7,76 „
	Прослоек угля	„	—
11.	Глинистый сланец синего цвета	„	2,13 „
12.	То же, с серным колчеданом	„	0,91 „
13.	Глинистый песчаник, мелко-зернистый с черными вкраплениями, сланцеватый, светло-серый, плотный [3])	„	1,64 „
14.	То же [4])	„	4,26 „
15.	Глинистый сланец с кусками серного колчедана, голубой	„	0,64 „
16.	То-же, с куск. кремня [5])	„	2,90 „
17.	„ со включением кремня и серного колчедана светлый, синевато-серый [6])	„	1,72 „
18.	Песчаник темно-серый очень плотный	„	1,49 „
19.	Глинистый сланец с серным колчеданом и известняком сер.-бурый		—
		Всего . .	43,39 метр.

Скважина № 2.

(На Спасском острове)

1.	Почва	мощн.	0,70 метр.
2.	Глина песчаная красная	„	2,13 „
3.	Песок мелкий	„	5,69 „
4.	Глинистый сланец коричневый [7])	„	3,09 „
5.	„ „ синевато-серый	„	0,87 „
6.	Песчаник мелкозернистый бурый, плотный, со включением угля	„	—
7.	Глинистый сланец серый [8])	„	1,25 „
8.	То же „ „ [9])	„	1.00 „
9.	Кварцит темный, очень твердый	„	0,06 „
10.	То-же [10])	„	—
		Всего . .	14,79 метр.

---

[1]) Извлечение из буровых журналов.
[2]) Крепость рассола 7,6°Б.
[3]) „ „ 7,5°Б.
[4]) „ „ 7,5°Б.
[5]) „ „ 7,4°Б.
[6]) „ „ 7,2°Б.
[7]) Крепость рассола по Боме $2^1/_2$°
[8]) „ „ „ „ 7.4°
[9]) „ „ „ „ 7.6°
[10]) „ „ „ „ 7.6°

Скважина № 3.

(На Спасском острове).

1.	Почва	мощн.	—
2.	Песок с мелкой галькой, желто-бурый	»	1,85 метр.
3.	Галька крупная		0,38 »
4.	То же [1])		1,38 »
5.	Глинистый песчаник крупнозернистый, темносерый, со слюдой	»	2,21 »
6.	Песчаник сине-серый, твердый, со слюдой и темными вкраплениями [2])	»	2,26 »
7.	То же, но слабый [3])	»	0,68 »
8.	Глинистый сланец коричневый [4])	»	2,90 »
9.	То же с серным колчеданом	»	3,71 »
10.	„ „ „ [5])	»	2,28 »
11.	Глинистый песчаник серо-бурый, слабый, мелко-зернистый [6])	»	1,85 »
12.	Глинистый сланец темно-серый со включениями кварца [7])	»	0,93 »
13.	Песок мелкий, буро-серый с кварцем [8])	»	0,14 »
14.	Глинистый сланец зелено-серый, плотный [9])	»	0,61 »
15.	Песок крупный темно-серый, с кусками кварца	»	0,12 »
16.	То же, но более мелкий и темнее [10])	»	0,34 »
17.	Глинистый песчаник темно-серый, мелкозернистый	»	0,25 »
18.	То же, но крупно-зернистый [11])	»	0,12 »
19.	Глина с кремнем темно-серая [12])	»	—
20.	То же [13])	»	
		Всего	22,01 метр.

Примечание: Крепость рассола по Боме: 1) 0,9° 2) 2,35° 3) 2,8° 4) 2,95° 5) 2,92° 6) 2,92° 7) 2,95° 8) 2,95° 9) 2,9° 10) 2,92° 11) 2,92° 12) 2,93° 13) 2,92°.

Скважина № 4.

(На Спасском острове).

1.	Почва	мощн.	0,64 метр.
2.	Песок серый	»	5,76 »
3.	Галька с песком	»	2,77 »
4.	Глинистый сланец светло-серый	»	1,81 »
5.	Глина песчаная, буровато-серая с углем	»	1,04 »
6.	Песчаник синевато-серый, слабый, крупно-зернистый со слюдой	»	2,90 »
7.	Уголь бурый с серым песчаником слабый [1])	»	0,38 »
8.	Песчаник мелко-зернистый, желтовато-серый, слабый	»	0,59 »
9.	Песок мелкий желтовато-серый	»	0,08 »
10.	Песчаник крупно-зернистый, синевато серый, слабый, со слюдой	»	4,43 »
11.	То же, но глинистый и темнее [2])	»	0,68 »
12.	Глинистый сланец темно-коричневый, с глубиной светлее [3])	»	4,48 »
13.	Глинистый сланец светло-серый, далее переходит почти в белый [4])	»	7,80 »
14.	Глинистый песчаник синевато-серый, слабый, со слюдой и серным колчеданом [5])	»	2,15 »
15.	Глинистый сланец со включениями кварца светло-серый [6])	»	2,79 »
16.	Песчаник с серным колчеданом, светло-серый, слабый [7])	»	0,87 »
17.	Глинистый сланец с серным колчеданом синевато-белый [8])	»	0,70 »
18.	Песчаник глинистый, серовато-бурый, слабый [9])	»	2,83 »
19.	Песок серовато-бурый [10])	»	—
20.	Кварцит разрушенный темно-серый [11])	»	—
		Всего	42,70 метр.

Примечание: Крепость рассола по Боме: 1) 0,5° 2) 0,7° 3) 1,2° 4) 2,0° 5) 1,9° 6) 2,6° 7) 2,9° 8) 3,0° 9) 3,0° 10) 3,2° 11) 3,1°.

Скважина № 5.

(На Варничном острове).

1. Песок темно-серый с галькой	мощн.	1,06	метр.
2. То же „ „ „	„	4,43	„
3. Глина серая [1])	„	1,67	„
4. То же, но с кремнем	„	1,81	„
5. Песчаник буровато-серый, крупно-зернистый, с серным колчеданом, слабый [2])	„	1,34	„
6. То же	„	0,34	„
7. Глинистый сланец коричневый	„	1,34	„
8. „ песчаник серый, с кварцем и серным колчеданом, твердый [3])	„	0,34	„
9. То же [4])	„	—	
Всего . .		12,33	метр.

Примечание: Крепость рассола по Боме: 1) 9,3° 2) 7,7° 3) 7,6° 4) 7,6°.

Приложение III.

РАЗРЕЗЫ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН [1]).

Скважина Бродовича.

(На Варничном острове).

1. Песок	мощн.	3,81	метр.
2. Галька	„	2,82	„
3. Известняк	„	14,52	„
4. Известняк с трещинами и пустотами, заполненными глиной	„	41,80	„
5. Темно-серый роговик с серным колчеданом	„	11,80	„
6. Светло-серый известковый рухляк со включениями гипса	„	31,86	„
7. Известняк	„	41,20	„
8. Глина	„	8,79	„
9. Глинистый сланец	„	9,70	„
10. Глина	„	8,53	„
11. Глинистый известковый сланец	„	15,58	„
12. Обломки красного песчаника	„	—	
Всего . .		190,41	метр.

Скважина у станции Мальты.

1. Песок серый с крупной галькой	мощн.	3,66	метр.
2. Глина серая с включениями кремневых конкреций и примесью серного колчедана	„	4,88	„
3. Кремнистый доломит с включениями роговика и серного колчедана	„	6,71	„
4. Кремнистый известняк темно-серого цвета	„	10,97	„
5. Доломитизированный известняк кремнистый, с включениями серного колчедана	„	12,19	„
6. Известково-глинистый сланец	„	2,44	„
7. Доломитизированный известняк	„	18,29	„
8. Известняк	„	3,05	„
9. Кремнистый доломит	„	3,05	„
10. Доломитизированный известняк с включением серного колчедана	„	6,10	„
11. Белый известняк кристаллический	„	8,89	„

[1]) Ввиду необходимости, по возможности, сократить объем настоящей статьи, нижеприводимые разрезы глубоких скважин приведены с обобщением ряда слоев по готовым уже графическим схемам, хранящимся в архиве Сользавода, и только в наиболее ответственных частях разрезов даны точные выкопировки из буровых журналов.

Цифровой материал подлинников во всех приложениях оставлен без изменения.

12. Известняк доломитизированный	мощн.	3,05	метр.
13. Светло-серый доломит	„	8,89	„
14. Доломитизированный известняк	„	2,74	„
15. Известняк белый пористый	„	10,06	„
16. Доломитизированный известняк	„	7,93	„
17. Темно-серый доломит с включением серного колчедана	„	27,74	„
18. Известняк темно-серый	„	6,71	„
19. Доломит битуминозный черный	„	41,46	„
20. Сланцевато-известковая глина темно-бурая	„	32,92	„
21. Доломитизированный известняк	„	9,75	„
22. Известняк	„	15,24	„
23 Белый туфо-видный известняк с налетом гипса	„	18,29	„
24. Темно-синяя глина известковая	„	9,64	„
25. Гипс	„	1,05	„
26. Известняк с прослойками гипса	„	4,25	„
27. Известняк	„	3,96	„
28. Темно-синий глинистый сланец	„	20,67	„
29. Известняк с прослоями гипса	„	4,20	„
30. Известняк твердый	„	3,05	„
31. То же	„	10,06	„
32. Твердый глинистый сланец	„	2,74	„
33. Известняк	„	25,00	„
33. Глинистый сланец	„	16,15	„
35. Известняк	„	8,53	„
36. Глинистый сланец	„	7,01	„
37. Известняк	„	40,54	„
38. Известняк с прослойками глинистого сланца	„	17,68	„
39. Известняк	„	4,88	„
40. Глинистый сланец	„	5,18	„
41. Известняк	„	21,03	„
	Всего	470,63	метр.

Скважина № 1.

(На Варничном острове).

1. Растительный слой и суглинок	мощн.	3,35	метр.
2. Галька речная	„	7,32	„
3. Песок с галькой	„	1,52	„
4. Глина серая, с песком	„	1,22	„
5. Песок темно-серый, мягкий	„	0,61	„
6. Глинистый сланец светло-серый	„	3,05	„
7. Глина темно-бурая	„	0,61	„
8. Известняк битуминозный	„	76,81	„
9. Глина синяя известковая	„	8,84	„
10. Глинистый известняк	„	122,3	„
11. Известняк	„	7,6	„
12. Глина	„	4,6	„
13. Известняк серый	„	26,0	„
14. Известняк буровато-черный, пестрый, различного сложения	„	3,1	„
15. Глина светло-серая	„	3,0	„
16. Известняк светло-серого до черного цвета	„	15,9	„
17. Глинистый сланец черный	„	1,5	„
18. Известняк светло-серый	„	7,0	„
19. Известняк различных темных оттенков	„	5,4	„
20. Известняк темно-бурый, плотный	„	5,3	„
21. Известняк бурого цвета, с кусками черного глинистого сланца.	„	5,2	„
22. Глина серая	„	1,5	„
23. Известняк темно-бурый, с кусками черного глинистого сланца.	„	4,0	„
24. Известняк темно-бурый	„	6,1	„
25. Известняк черный	„	10,9	„
26. Известняк с включением кремня и с прослойками глинистого сланца	„	26,0	„
27. Известняк темно-серый твердый	„	110,5	„
28. Известняк с прослойками сланца	„	1,83	„
29. Известняк	„	148,13	„
30. Известняк с гипсом и глинистым сланцем	„	1,52	„
31. Известняк	„	66,52	„

32.	Каменная соль серовато-белого цвета	мощн.	3,05	метр.
33.	Мергель темно-серый, почти черный, смолистый	»	0,31	»
34.	Каменная соль красновато-серого цвета, постепенно переходящего в розовый, с мелкими частицами сланцеватой глины	»	4,88	»
35.	Каменная соль светло-серая, с буроватой битуминозной грязью	»	9,45	»
36.	Смолистый доломит	»	0,91	»
37.	Каменная соль смолистая, с тонкими прослойками доломита	»	0,41	»
38.	То же с прослойками до 0,15 метр. мощностью синеватой пластичной глины с кремнем	»	1,12	»
39.	То же с прослойками темной глины	»	2,44	»
40.	То же с прослойками серой глины	»	2,59	»
41.	То же с прослойками доломита и гипса	»	0,61	»
42.	Мелко-зернистая каменная соль с прослойками смолистого доломита	»	0,91	»
43.	Крупно-зернистая соль	»	0,61	»
44.	Мелко-зернистая каменная соль с прослойками светлого доломита	»	0,91	»
45.	Мелко-зернистая каменная соль с прослойками доломита и глины		0,91	
46.	Крупно-зернистая каменная соль, в пробе темновато-бурая, в отдельных осколках бесцветная и прозрачная	»	2,44	»
47.	Каменная соль с прослойками серой твердой сланцеватой глины	»	3,36	»
		Всего	722,04	метр.

Скважина № 2.

(На Варничном острове).

1.	Глина известковая	мощн.	4,57	метр.
2.	Известняк со включением кристаллов серного колчедана	»	29,57	»
3.	Известняк без колчедана	»	90,83	»
4.	Известняк с прослойками глинистого сланца	»	4,57	»
5.	Известняк	»	7,62	»
6.	Известняк с прослойками глинистых сланцев	»	5,49	»
7.	Известняк	»	19,51	»
8.	Красно-бурый известковый песчаник	»	3,05	»
9.	Известково-глинистый сланец	»	3,05	»
10.	Красно-бурый известковый песчаник	»	3,96	»
11.	Известково-глинистый сланец	»	6,10	»
12.	Красно-бурый известковый песчаник	»	3,05	»
13.	Серый известковый глинистый сланец	»	3,0	»
14.	Темно-серый известковый глинистый сланец	»	13,8	»
15.	Светло-серый глинистый сланец	»	1,5	»
16.	Известняк	»	21,3	»
17.	Коричневый известковый глинистый сланец	»	17,3	»
18.	Глина известковая серая	»	8,6	»
19.	Известняк глинистый	»	1,5	»
20.	Глина известковая серая	»	3,0	»
21.	Известняк глинистый	»	6,1	»
22	Глина известковая серая	»	1,5	»
23.	Известняк глинистый	»	3,0	»
24.	Глина известковая	»	1,5	»
25.	Известняк глинистый	»	12,2	»
26.	Глина известковая серая	»	4,6	»
27.	Известняк глинистый	»	1,5	»
28.	Глина известковая серая	»	1,5	»
29.	Известняк глинистый	»	1,5	»
30.	Глинистый сланец известковый	»	19,9	»
31.	Известняк	»	64,40	»
32.	Известняк с прослойками глинистого сланца	»	50,90	»
33.	Известняк	»	3,96	»
34.	Известняк с прослойками глинистого сланца	»	2,13	»
35.	Известняк с прослойками глинистого сланца	»	21,34	»
36.	Известняк с прослойками гипса	»	4,57	»
37.	Известняк	»	25,30	»
		Всего	477,95	метр.

Скважина № 3.

(На Варничном острове).

1. Песок желтый	мощн.	7,01	метр.
2. Галька речная	»	2,13	»
3. Известняк серый глинистый	»	10,67	»
4. Известняк с прослойками глинистого сланца и включением серного колчедана	»	1,52	»
5. Известняк глинистый	»	9,75	»
6. Известняк	»	202,08	»
7. Известняк с прослойками глинистого сланца	»	3,05	»
8. Глина	»	1,52	»
9. Известняк с прослойками глинистого сланца	»	6,10	»
10. Глина	»	1,52	»
11. Известняк	»	35,06	»
12. Известняк с прослойками глинистого сланца	»	1,52	»
13. Известняк	»	10,67	»
14. Известняк с прослойками глинистого сланца и крупинками гипса	»	1,52	»
15. Известняк	»	1,52	»
16. Известняк с прослойками глинистого сланца	»	1,52	»
17. Известняк	»	110,06	»
18. Известняк с прослойками глины	»	3,05	»
19. Известняк	»	8,84	»
20. Известняк темно-серый	»	0,5	»
21. Известняк	»	1,7	»
22. Известняк темно-серый	»	1,8	»
23. Известняк	»	1,0	»
24. Известняк темно-серый	»	12,3	»
25. То же, твердый	»	18,9	»
26. Известняк серого цвета	»	5,4	»
27. Глинистый сланец	»	5,1	»
28. Известняк серый	»	0,4	»
29. То же, но твердый	»	4,9	»
30. То же, средней твердости	»	1,9	»
31. То же, твердый	»	3,0	»
32. Известняк твердый	»	4,3	»
33. Известняк серого цвета	»	3,3	»
34. Известняк серого цвета и среди него камень с гипсом, известняком и мелкими обломками других пород	»	42,3	»
35. Известняк	»	66,4	»
36. Известняк с прослойками гипса	»	1,5	»
37. Известняк	»	1,1	»
38. Известняк серого цвета	»	4,7	»
39. Известняк	»	65,4	»
40. Известняк серого цвета	»	8,4	»
41. Известняк	»	1,7	»
42. Известняк серого цвета	»	5,9	»
43. Известняк с крупинками соли	»	8,6	»
44. Соль серого цвета с прослойками глины	»	0,5	»
45. Соль	»	1,0	»
46. Соль твердая	»	33,1	»
47. Соль твердая	»	1,3	»
48. Соль мягкая белая	»	0,9	»
49. Соль твердая	»	2,3	»
50. Соль мягкая, с большим количеством глины	»	1,4	»
51. Соль мягкая, более чистая	»	1,0	»
52. Соль мягкая, чистая, белая	»	1,1	»
53. Соль твердая	»	6,7	»
54. Соль мягкая, глинистая	»	0,5	»
55. Мергель	»	1,3	»
56. Кварцево-слюдяной песчаник	»	0,6	»
57. Соль серая	»	0,3	»
58. Соль серая, глинистая	»	0,5	»
59. Глинистый сланец с кремнистыми конкрециями	»	4,85	»
60. Глинистый сланец с каменной солью	»	0,7	»
61. Каменная соль глинистая	»	0,5	»
62. Соль сильно глинистая	»	0,7	»

63. Глинистый сланец	мощн.	1,3	метр.
64. Глинистый сланец с тонкими прослойками каменной соли	„	0,9	„
65. Глинистый сланец	„	2,0	„
66. Каменная соль серая	„	2,0	„
67. То же, с твердым глинистым сланцем	„	3,1	„
68. Каменная соль и кремнистые конкреции в глинистом сланце	„	0,4	„
69. Глинистый сланец с тонкими прослойками каменной соли	„	0,9	„
70. Глинистый сланец	„	0,9	„
Всего		761,6	метр.

Приложение IV.

РАЗРЕЗЫ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН 1925 г.

Скважина № 1.

(На Варничном острове).

1. Песок	мощн.	2,10	метр.
2. Илистая глина с галькой	„	0,70	„
3. Глина темно-коричневая с галькой (плывун)	„	0,60	„
Всего		3,40	метр.

Скважина № 2.

(На Варничном острове).

1. Илистый песок	мощн.	2,10	метр.
2. То же, с галькой	„	0,60	„
3. То же, галька крупнее (плывун)	„	2,20	„
4. Песок серый	„	0,70	„
5. То же, с галькой	„	0,90	„
6. Песок древесный с темно-желтым оттенком	„	1,10	„
7. Глина серая с голубым оттенком	„	3,80	„
8. То же, с кремнистым известняком	„	—	
Всего		11,40	метр.

Скважина № 3 [1]).

1. Илистый песок	мощн.	1.67	метр.
2. Известняк	„	—	

Скважина № 4.

1. Песок	мощн.	0,71	метр.
2. Глина серая с голубым оттенком	„	0,69	„
3. То же, с кремнистым известняком	„	0,30	„
Всего		1,70	метр.

Скважина № 5.

1. Илистый песок	мощн.	0,53	метр.
2. Глина серая с голубым оттенком	„	0,75	„
3. То же, с кремнистым известняком	„	1,17	„
Всего		2,45	„

[1]) Все нижеследующие скважины заложены на левом берегу р. Ангары, ниже парка курорта.

Скважина № 6.

1. Илистый песок с галькой	мощн.	1,28	метр.
2. Песок с неокатанной галькой	„	0,53	„
3. Известняк	„	—	
Всего . .		1,81	метр.

Скважина № 7.

1. Илистый песок с галькой	мощн.	1,92	метр.
2. Песок с кремневой неокатанной галькой	„	0,64	„
3. Известняк (валун неокатанный, крупный)	„	—	
Всего . .		2,56	метр.

Скважина № 8.

1. Илистый песок	мощн.	2,98	метр.
2. Песок с галькой	„	1,07	„
3. Глина серая с голубым оттенком	„	0,42	„
4. То же, с кремнистым известняком		1,71	„
5. Крупная галька кремнистого известняка	„	—	
Всего . .		6,18	метр.

Скважина № 9.

1. Растительный слой	мощн.	0,31	метр.
2. Илистый песок	„	2,02	„
3. Песок с галькой (галька мелкая)	„	0.75	„
4. То-же	„	—	
Всего . .		3.08	метр.

Скважина № 10.

1. Илистый песок	мощн.	2,13	метр.
2. Глинистый песок с галькой (плывун)	„	1,27	„
3. Песок с галькой	„	3,40	„
Всего . .		6,80	метр.

Скважина № 11.

1. Илистый песок	мощн.	1,07	метр.
2. Песок с галькой	„	3,83	„
3. Глина серая с голубым оттенком	„	0,43	„
4. Кремнистый известняк молочно-белого цвета	„	—	
Всего . .		5,33	метр.

Скважина № 12.

1. Илистый песок	мощн.	2,10	метр.
2. Песок с галькой	„	2;90	„
3. Известняк	„	0,32	„
Всего . .		5,32	метр.

Скважина № 13.

1. Растительный слой	мощн.	0,38	метр.
2. Илистый песок	„	0,19	„
3. Песок с галькой	„	2,66	„
4. Глина серая с голубым оттенком, с кремнистым известняком	„	—	
Всего . .		3,23	метр.

Приложение V.

ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ РАССОЛОВ [1]).

1. Анализ рассола скважины у ст. Мальты.

Сухого остатка при 120°С:	на 1 литр. рассола		12.541 гр.
Хлора	„ „ „		5,987 „
Серной кислоты	„ „ „		1,616 „
Окиси кальция	„ „ „		0,881 „
Окиси магния	„ „ „		0,306 „
Окиси железа и алюминия			следы.
Натрия			3,751 гр.
Окиси натрия			—
Убыль от прокаливания			—
			12.541 гр.

2. Анализ рассола скважины „Бродовича".

Сухого остатка при 120°С	на 1 литр рассола		88,5 гр.
Хлора	„ „ „		46,9 „
Серной кислоты	„ „ „		3,9 „
Окиси натрия	„ „ „		2,2 „
Окиси магния	„ „ „		0,3 „
Окиси железа и алюм.	„ „ „		—
Натрия	„ „ „		30,4 „
Убыль от прокаливания	„ „ „		—
Окиси натрия	„ „ „		0,2 „

3. Анализ рассола из колодца при ваннах курорта.

Сухого остатка		71,725 гр.
Хлора		39,770 „
Серной кислоты		3,534 „
Углекислоты	связанной	0,079 „
	полусвязанной	0,079 „
	свободной	0,202 „
Кремнезема		0,028 „
Натрия		25,608 „
Окиси кальция		1,868 „
Окиси магния		0,644 „
Окиси железа и алюминия		0,009 „

Комбинация солей.

Хлористого натрия	65,133 гр.
Сернокислого кальция	4,536 „
Сернокислого магния	1.299 „
Хлористого магния	0,501 „
Избыток кислорода	0,084 „

4. Анализ рассола из Алмазной скважины в парке курорта.

Сухого остатка		45,048 гр.
Хлора		23,571 „
Серной кислоты		3,538 „
Углекислоты	связанной	0,141 „
	полусвязанной	0,141 „
	свободной	0,166 „
Кремнекислоты		0,024 „
Натрия		15,143 „
Окиси кальция		1,899 „
Окиси магния		0,654 „
Окиси железа и алюминия		0,080 „

[1]) Приводимые ниже анализы заимствованы, главным образом, из неопубликованных архивных материалов (**50**; **51**; **53**), и только анализы 3 и 4 взяты из работы д-ра *Азлецкого* (**35**).

Комбинация солей.

Хлористого натрия	38,516 гр.
Сернистого кальция	4,415 „
Сернокислого магния	0,239 „
Хлористого магния	0,570 „
Избыток кислорода	0,096 „

5. Буровая скважина № 1.

Рассол крепости 17° Боме (на 1 литр.).

Элементарный состав.

Хлора	109,42 гр.
Серного ангидрида	1,50 „
Окиси кальция	1,17 „
„ магния	0,01 „
„ железа	0,05 „
Натрия	70,92 „
	183,07 гр.

Комбинация солей.

Сернокислого кальция	2,54 гр.
Хлористого кальция	0,23 „
„ магния	0,02 „
„ натрия	180,14 „
	182,93 гр.

6. Элементарный состав пробы бурового материала из скважины № 1 (в %%).

Проба № 1

Каменная соль.

Хлористого натрия	88,4 %
Сернокислого кальция	0,33 „
Нерастворимых в воде остатков	9,31 „

Нерастворимый в воде остаток показал следующее:

Углекислого кальция	25,95 „
Сернокислого кальция	2,55 „
Окиси алюминия	5,51 „
Окиси железа	20,7 „
Кремнезема	14,71 „

Проба № 2.

Прослой глинистой соли.

Хлористого натрия	51,88 %
Сернокислого кальция	2,75 „
Нерастворимого в воде остатка	41,55 „

Нерастворимый в воде остаток показал следующее:

Углекислого кальция	35,15 %
Сернокислого кальция	12,25 „
Окиси алюминия	5,43 „
Окиси железа	6,67 „
Кремнезема	9,35 „

Проба № 3.

Прослой соленосных битуминозных пород.

Хлористого натрия	64,17 %
Серно-кислого кальция	2,02 „
Нерастворимого в воде остатка	30,88 „

Нерастворимый в воде остаток показал следующее:

Углекислого кальция	24,20 %
Сернокислого кальция	4,40 „
Окиси алюминия	9,30 „
Окиси железа	12,20 „
Кремнезема	21,32 „

Калий находится во всех трех пробах. Бром и иод не обнаружены.

7. Анализы каменной соли из скважины № 3 (в % %).

Глубина взятия пробы в метрах	696,5	701,0	713,0	722,4 / 729,3	728,5	734,5	736,5	742,1
Вид пробы соли	Сильно глинист.	—	С глиной	—	Грязная	Грязно-желтая	Грязно-желтая	—
Элементарный состав.								
Влага при 110°С	6,344	5,592	9,002	7,768	9,420	4,960	7,132	5,200
Нераств. в воде остаток. . . .	15,184	3,932	15,272	4,568	9,972	1,796	3,480	5,000
Серн. ангидрид	5,089	1,753	1,688	0,625	1,251	0,790	1,564	2,395
Хлор	43,221	53,349	44,432	52,613	47,807	55,840	52,891	52,382
Кальций	2,560	1,071	0,786	0,600	0,937	0,537	0,751	1,271
Магний	—	Следы	Следы	—	—	Следы	—	—
Натрий	27,602	34,303	28,802	33,826	30,613	36,077	34,222	33,759
Калий	Следы	—	—	—	—	—	—	—

На основании этих данных подсчитаны следующие комбинации солей:

Комбинация I.

Влага при 110° С.	6.344	5.592	9,020	7,768	9,420	4,960	7,192	5,200
Нераствор. в воде остаток. . .	15,184	3,932	15,272	4,568	9,972	1,796	3,480	5,000
Серно-кислый кальций	7,208	2,483	2,391	0,885	1,772	1,119	2,215	3,392
Хлористый кальций	1,223	0,946	0,230	0,943	1,154	0,577	0,333	0,760
Хлористый натрий	70,041	87,047	73,087	83,836	77,682	91,548	86,840	85,648

Комбинация II.

(Без влаги и нерастворимого остатка).

Серно-кислый кальций	9,185	2,744	3,158	1,012	2,198	1,200	2,478	3,777
Хлористый кальций	1,558	1,045	0,303	1,076	1,430	0,619	0,374	0,846
Хлористый натрий	89,257	96,211	96,539	97,912	96,372	98,181	97,148	95,377

Комбинация III.

(Отмытая соль).

Сернокислый кальций	1,883	1,113	1,084	0,698	0,598	0,583	0,582	0,586
Хлористый натрий	98,117	98,887	98,916	99,302	99,402	99,417	99,418	99,414

Перечень цитированной литературы.

А. ОПУБЛИКОВАННАЯ.

1. Ковригин В. В. Новая фаза в солепромышленности Сибири и Дальнего Востока.—Горный Журнал. 1925 г., № 2.

2. Описание Иркутского Солеваренного завода и действия его, установленного с 1823 г.—Горный Журнал 1828 г., IV.

3. О действии Сибирских солеваренных заводов в 1840 г.—Горн. Журн., 1842 г., II.

4. Ф. Львов. Отчет о занятиях в Иркутском Солеваренном заводе.—Горный Журнал 1862 г., II.

5. Стемпневский, горн. инж. Соляные промыслы Восточной Сибири.—Горный Журнал 1889 г., II.

6. А. Чекановский. Геологические исследования в Иркутской губ.—1874 г.

7. И. Д. Черский. Естественно-исторические заметки и наблюдения по пути из Иркутска до Н. Тунгузки.—Изв. В. С. Отд. Г. Об-ва Т. XV, № 1—3.

8. И. Д. Черский. Геологическое исследование Сибирского почтового тракта. 1888 г.

9. В. А. Обручев. Древне-палеозойские осадочные породы долины р. Лены, между ст. Качугской и Витимской.—Иркутск. 1892 г.

10. К. И. Богданович. Материалы по геологии и полезным ископаемым Иркутской губ.—Геологические исслед. и разв. раб. по линии Сиб. ж. д. 1896 г. вып. II.

11. А. Кеппен. Азия, проектированные в ней жел. дор. и ее каменноугольные богатства.—Горн. Журн. 1835 г., № 9.

12. Отчет Сиб. Отд. Р. Г. Об-ва за 1868 г.

13. В. А. Обручев. Месторождения бурого угля в Иркутской губ.—Горн. Журн. 1891 г., Т. IV.

14. А. Ржонсницкий. О следах перерыва в кембросилурийских отложениях с. Падун на р. Ангаре и о характере их залегания.—Зап. СПБ. Мин. Об-ва ч. 48, 1912 г.

15. А. Ржонсницкий. Геологические исследования в верховьях р. Киренги.—Матер. геологии России. 1918 г., 26.

16. Г. Фредерикс. Краткий отчет о геологических исследованиях в Иркутской губ.—Изв. Г. К. 1915 г., № 9.

17. С. Ф. Малявкин. О вилюйских месторождениях соли.—Изв. Г. К. 1911 г. Т. 30; прот., стр. 184-6.

18. М. М. Тетяев. Область с. Горемыки.—Тр. Г. К-та 1916 г. Н. С. вып. 126.

19. М. К. Коровин. Черемховский каменноугольный район.—Изв. Сиб. Отд. Г. К. 1922 г. Т. II, вып. 4.

20. М. К. Коровин. Геологические исследования в Иркутской губ. в 1923 г.—Изв. Г. К. 1925 г., Т. 43, № 6.

21. М. М. Тетяев. Бассейн р.р. Иркута и Китоя.—Изв. Г. К. 1925 г., Т. 43, № 6.

22. М. А. Усов. Тектоника Анжерского каменноугольного месторождения.—Изв. Сиб. Отд. Г. К-та. 1920 г., Т. 1, вып. 4.

23. К. И. Богданович. О бурении на соль близь ст. Мальты Сиб. ж. д.—Изв. Г. К. 1913 г., Т. 32; прот., стр. 344-346.

24. К. И. Богданович. Рудные месторождения. 1904 г., Т. II.

25. Д. И. Мушкетов. Современные тектонические воззрения в связи с геологией Средней Азии.—Изв. Г. К-та. 1926 г., Т. 45, вып. 1.

26. В. А. Обручев. Краткий очерк тектоники Сибири.—Бюлл. Моск. Об-ва Испыт. природы 1923—4 г.

27. М. А. Усов. Состав и тектоника месторождений Южного района Кузнецкого каменноугольного бассейна.—Н.-Николаевск. 1924 г.

28. Д. Баклунд. О милонитах и тектонитах.—Зап. Росс. Минер. Об-ва. 2 сер., ч. 52. 1925 г.

29. М. А. Усов. Геология каустобиолитов.—Томск. 1920 г.

30. Ферсман А. Е., акад. Геохимия России.—Ленинград. 1922.

31. М. М. Тетяев. О некоторых основных вопросах геологии Сибири.—Бюлл. Моск. Об-ва Исп. пр. 1923—24 г.

32. Ю. А. Жемчужников. Разрез юрских угленосных отложений по Ангаре.—Изв. Г. К. Т. 44, № 6.—1926 г.

33. М. А. Усов. Отчет о деятельности Сиб. Отдел. Геол. К-та за 1924 г.—Изв. Сиб. Отд. Г. К. Т. IV, в. 6. 1925 г.

34. М. А. Усов. Отчет о деятельности Сибирского Отделения Геологического Комитета за 1925 г.—Изв. Сиб. Отд. Г. К. Т. V, в. 6. 1926 г.

35. В. А. Азлецкий. Курорт Усолье и его лечебное значение.—г. Иркутск. 1924 г.

35-а. М. Г. Курлов. Экскурсия по лечебным местам Вост. Сиб.—Изв. Том. Ун-та. 1918 г.

36. Левинсон-Лессинг, Ф. Ю. Петрография- 1925 г.
37. Н. Яковлев. Материалы для геологии Донецкого бассейна. (Каменная соль, доломиты и медные руды). Тр. Г. К. Н. С. В. 94—1914 г.
38. К. И. Богданович. Месторождения нефти и других битумов.—1920 г.
38-а. П. Н. Чирвинский. Учебник Гидрогеологии.—1922.
39. Естеств. произв. силы Р. Т. IV, вып. 35. Соль.
40. Obrutschew, W. A. Geologie von Sibirien.—Berlin. 1926. г.
41. Grabau. Geology of the non-metallic mineral deposits other than silicates. Vol. 1. Principles of solt deposition.—1920 г.
42. Schuchert, Ch. Sitesmand nature of the North American geosynclines.—Bull. Geol. Soc. Americ. V. 34, № 2. 1923 г.

Б. НЕ ОПУБЛИКОВАННАЯ.

43. Из „Летописи Спасской церкви села Усольского Иркутской епархии“ за 1704 г. – Матер. В.-Сиб. Б. Уч.
44. Исторические сведения об Иркутск. Солевар. заводе с 1765 г.—Из матер. В.-Сиб. Б. Уч.
45. Записка горн. инж. А. И. Сосова.– Из матер. В.-Сиб. Б. Уч.—Д. 545. 64—1.
46. А. И. Сосов. Иркутский Солеваренный завод.—Доклад к Всеросс. Горн. Научн. Техн. съезду в 1926 г.– Из матер. В.-Сиб Б. Уч.
47. План окрестностей Иркутского Солеварен. зав. с показанием расположения буровых скваж и рассольных колодцев.– Из архивн. матер. Ирк. Солев. зав.
48 В. А. Обручев. Докладная записка в Горн. Департамент в 1901 г.—Из матер. В.-Сиб. Б. Уч.– Д. 545-64—1.
49. А. С. Головенков. Докладная записка о состоянии буровых работ на скв. № 3. Ир. Сользавода.—Из матер. Зап. Сиб. Б. Уч.
50. Результаты анализов образцов соли из скв. № 3 в 1924. г. № 1558.—Из матер. В.-Сиб. Б. Уч.
51. А. И. Сосов. О рассольном хозяйстве завода.– Из арх. Ирк. Солевар. завода.— Д. по описи № 1. „О действии завода в 1915 г.“.
52. А. В. Львов. проф. Пояснительная записка к докладу комиссии по вопросу дальнейшего углубления одной из буровых скважин Ирк. Солев. завода.– Из матер. В.-Сиб. Б Уч.—Д. 545-64-1.
53. Анализы каменной соли из скв. № 3. Усольского Солеваренного завода.—Из. матер. В.-Сиб. Б. Уч.—Д. 545-64-1.

Описание фигур.

Фиг. 1. Геологическая карта Черемховского района в масштабе 5 в. в 1 д
„ 2. Геологическая карта района г. Усолья в масштабе 2 в. в 1 д.
„ 3. План Варничного о-ва в масштабе 50 саж. в 1 д.
„ 4. Тектоническая карта Усольского месторождения в масштабе 100 саж. в 1 д.
„ 5. Схематический продольный разрез по правому склону р. Ангары между д. Бархатовой и рч. Уляхой.
„ 6. Схематический продольный разрез по р. Б. Белой от с. Холмушина до з. Усть-Черной.
„ 6-а. Схема складок р. Б. Белой.
„ 7. Нормальный разрез палеозоя по правому склону р. Ангары на участке: д. Пономарева – с. Олонки.
„ 8. Мальтинская полоса нарушений.
„ 9. Схематический продольный разрез по левому берегу р. Ангары от с. Тельмы до з. Нечаева.
„ 10. Поперечный разрез через долину р. Ангары.
„ 11. Разрез по левому берегу р. Ангары от понтонного моста до Известкового мыса.
„ 12 и 13. Разрезы Варничного о-ва.
„ 14. Взброс в парке Усольского курорта.
„ 15. Схема тектонического строения Усольского месторождения.
„ 16. Схема тектоники в южной части Иркутского Амфитеатра.
„ 17. Разрезы глубоких скважин Усольского района с возможной реконструкцией главного нарушения месторождения.
„ 18. Диаграммы изменения крепости рассола и уровня стояния воды в глубоких скважинах Усолья.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА

ИРКУТСКОГО УГЛЕНОСНОГО БАССЕЙНА

Масштаб:
1:210000.

К статье проф. М. К. Коровина.

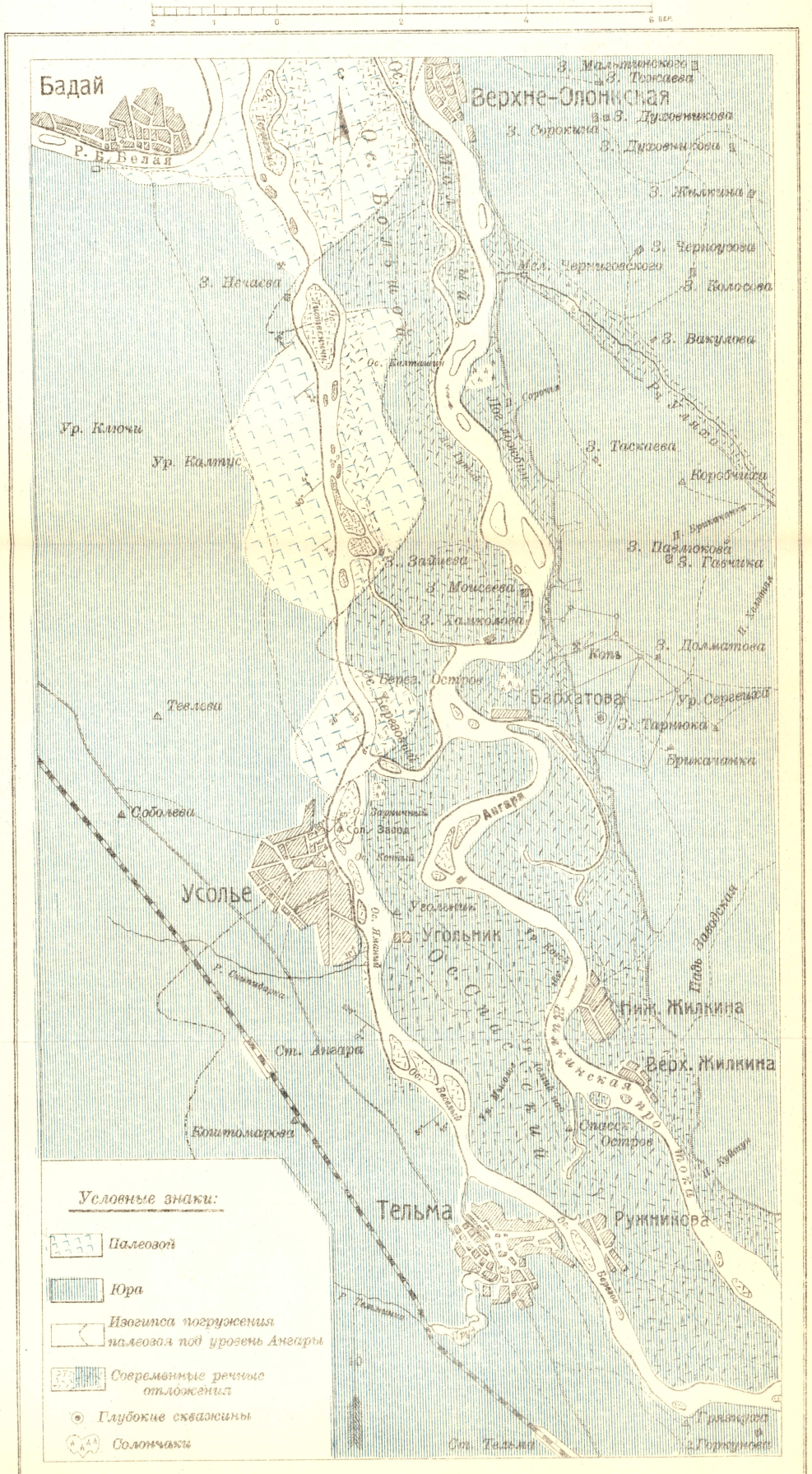
К статье
проф. М. К. Коровина.

Фиг. 2.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

РАЙОНА УСОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Масштаб: в дюйме 2 версты.



Фиг. 3.

ПЛАН

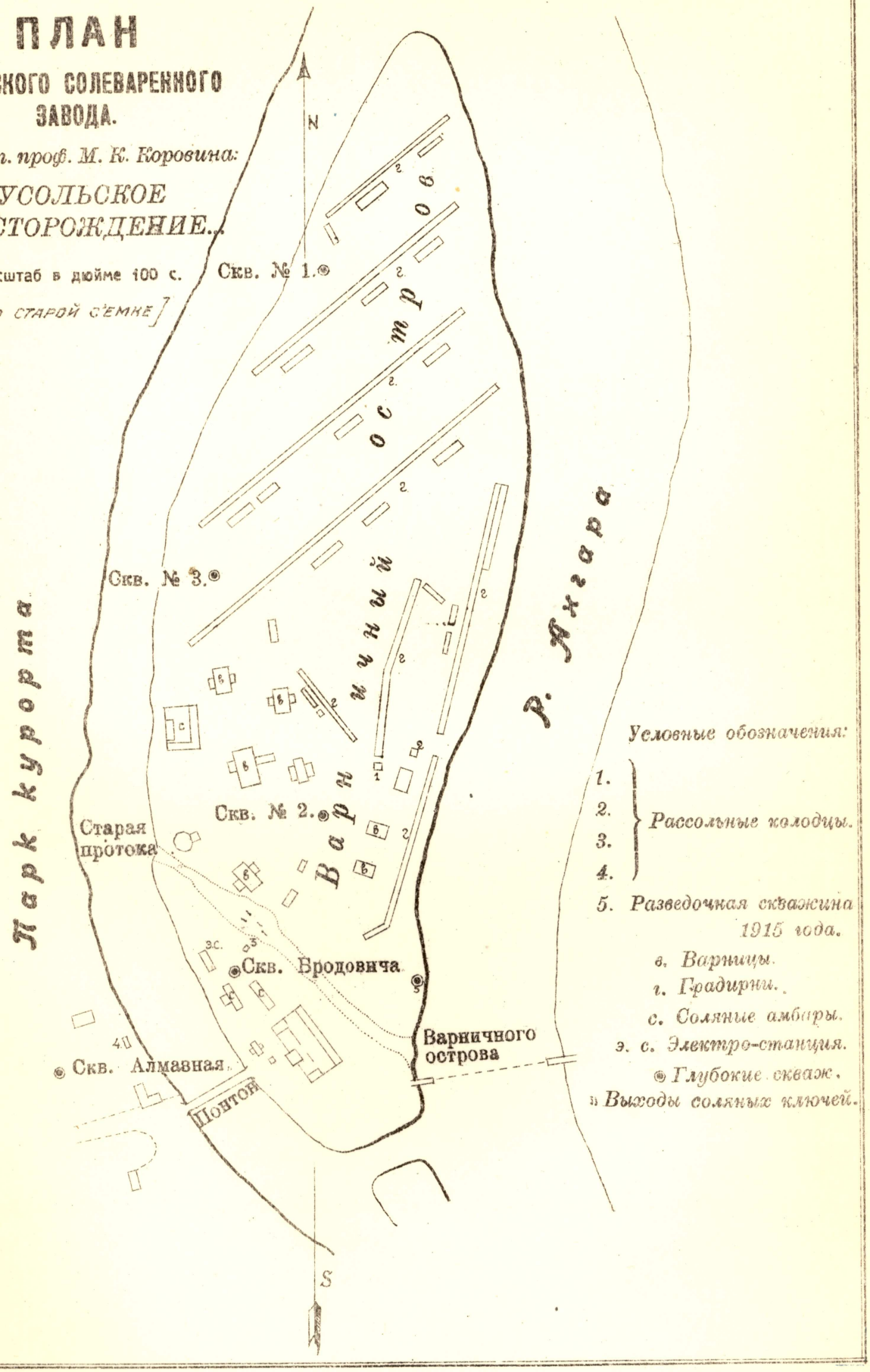
ИРКУТСКОГО СОЛЕВАРЕННОГО ЗАВОДА.

К стат. проф. М. К. Коровина:

УСОЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ.

Масштаб в дюйме 100 с.

[по старой съемке]



Условные обозначения:

1. 2. 3. 4. *Рассольные колодцы.*
5. *Разведочная скважина 1915 года.*

в. Варницы.
г. Градирни.
с. Соляные амбары.
э. с. Электро-станция.
Глубокие скваж.
Выходы соляных ключей.

Фиг. 4.

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ КАРТА
УСОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.

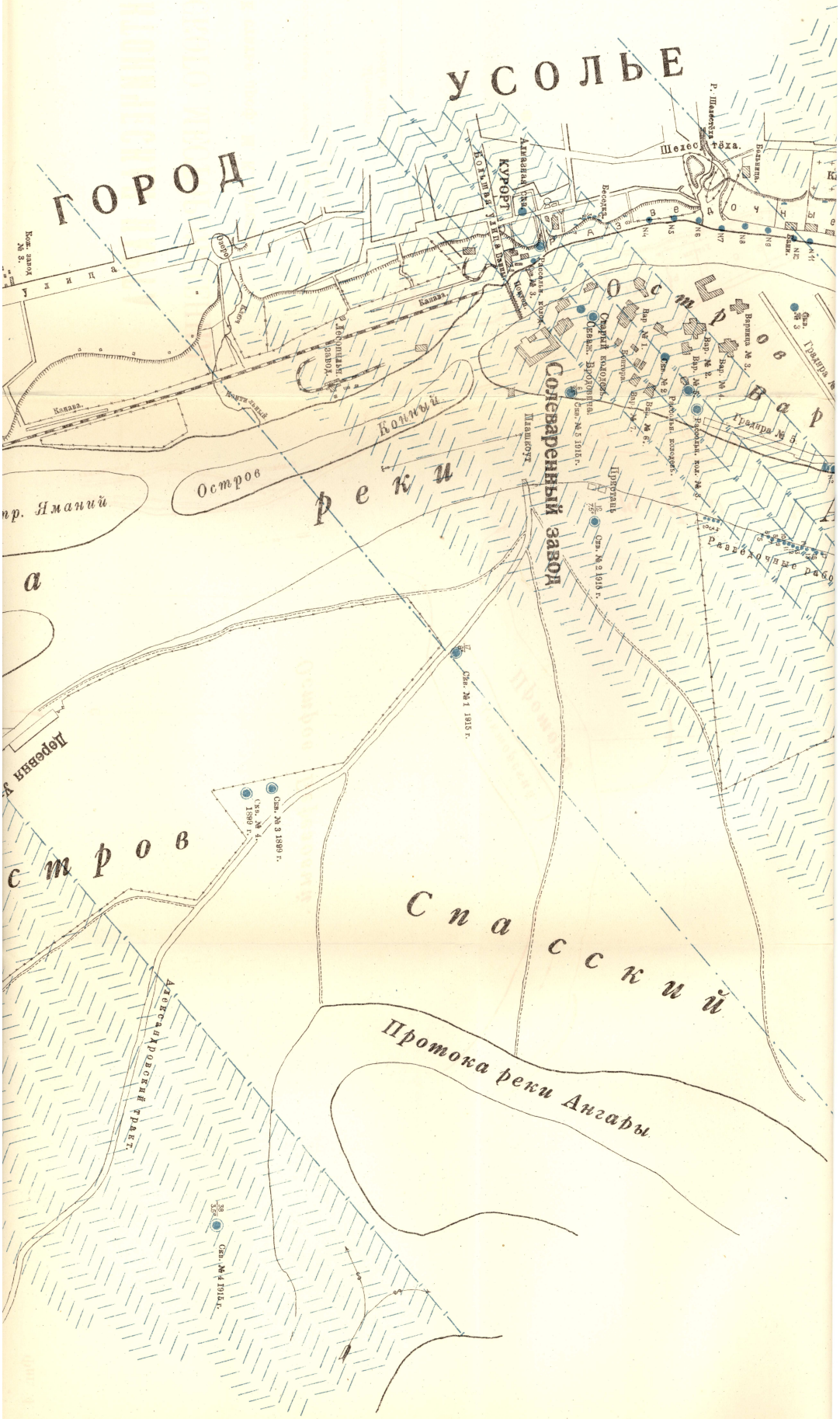
К статье проф. М. К. Коровина.

Топографическая основа карты по с'емке топогр Колесникова в 1925 г.

Масштаб:
в дюйме 100 саж.

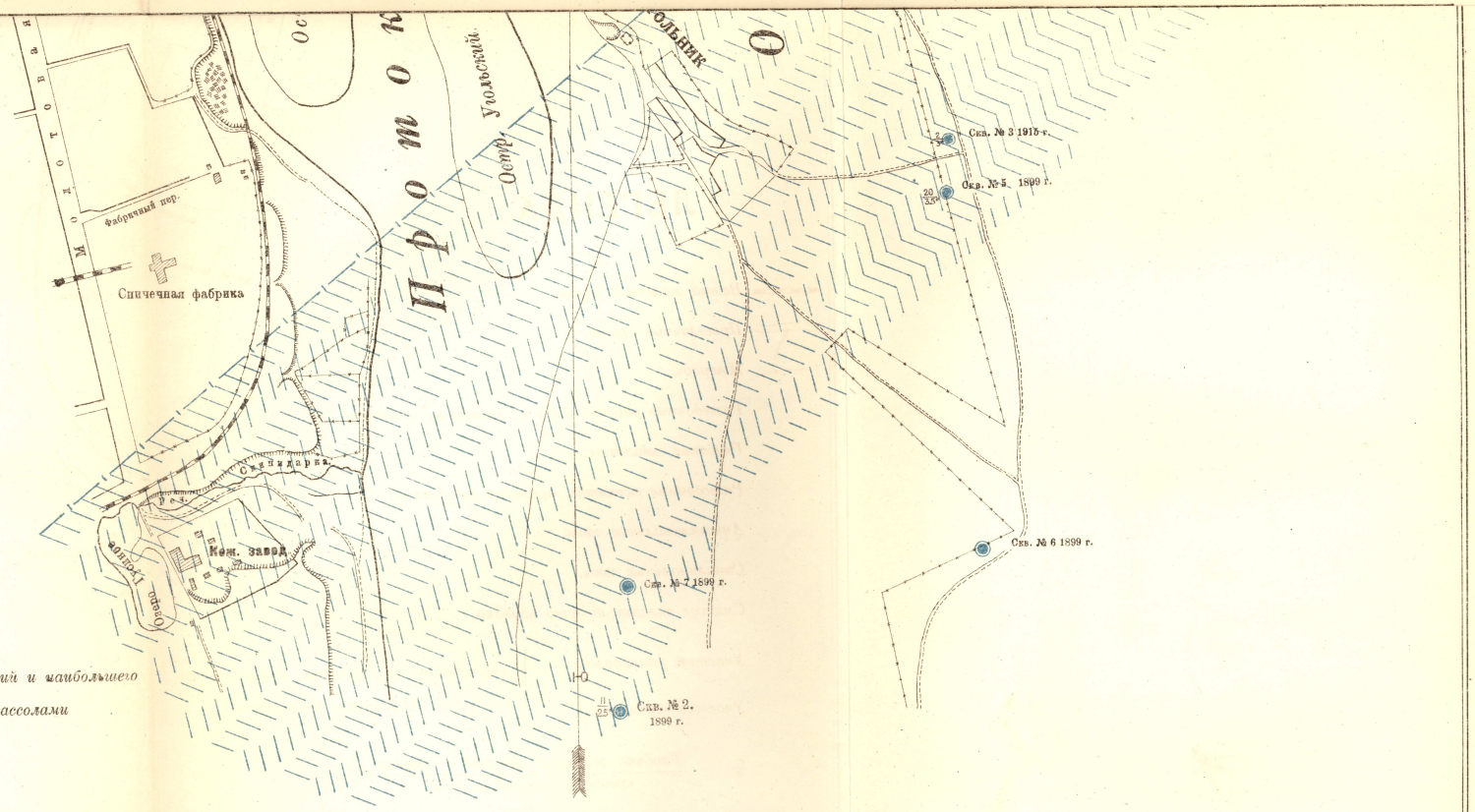
100 0 100 200 300 саж.

С
Остров Березовый.
Остр. Докторский.
Протока
Камбальная
Камбальная
Скв. № 1.
Градира № 1.
Градира № 2.
Градира № 3.
Усолье
1925 года
Усольский
Усольский
Усольский


ГОРОД
УСОЛЬЕ
КУРОРТ
Солеваренный завод
Остров
Спасский
Протока реки Ангары
Остров
Остров
Остров

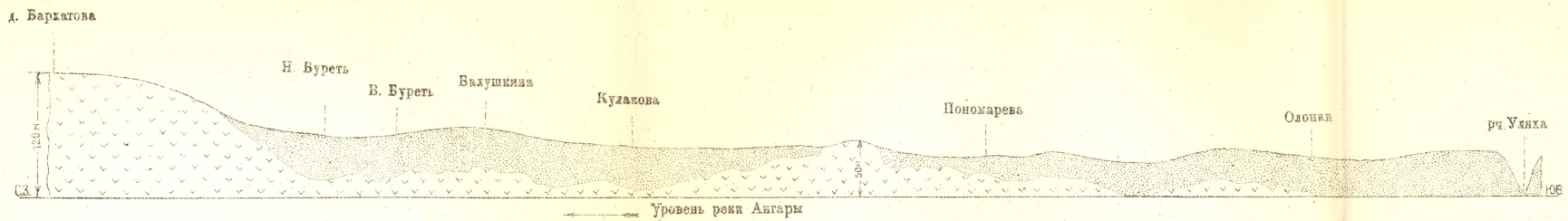
ЛЕГЕНДА.

- Ветка железной дороги.
- Проселочные дороги.
- Изгородь.
- Разведочные работы 1925 г.: скважины и канавы.
- Глубокие скважины.
- Разведочные скважины прежних лет. [мелкие]
- Антиклинальные зоны.
- Синклинальные зоны.
- Смятые складки второго порядка.
- Участки установленных / Участки вероятных — тектонических нарушений и наибольшего обогащения рассолами
- $\frac{17}{8^{\circ}}$ Глубина залегания рассола в метрах / крепость рассола по Боме

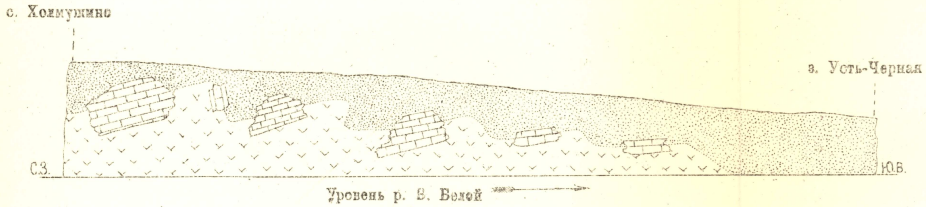


Картографическое Заведение при Томской Колон.-Переселен. Партии, Обруб № 8.

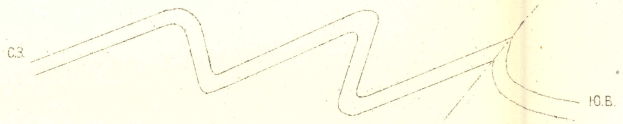
Фиг. 5. Схематический продольный разрез по правому склону р. Ангары между д. Бархатовой и рч. Уляхой.



Фиг. 6. Схематический продольный разрез по р. Б. Белой от с. Холмушина до з. Усть-Черной.



Фиг. 6-а. Схема складок по реке Большой Белой.



Легенда.

- *Палеозойский известняк.*
- *Выходы известняков.*
- *Отложения юры.*
- *Нижняя граница юры.*
- *Смятые полосы по трещинам взбросов.*

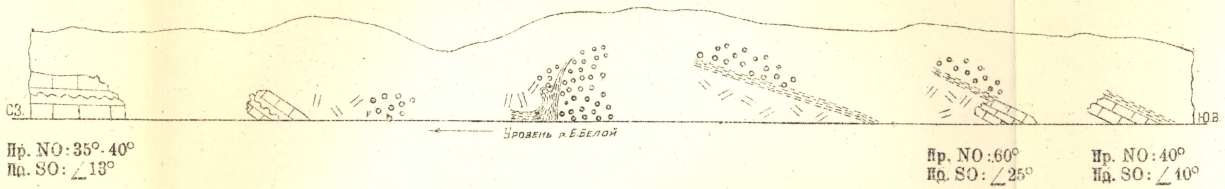
Фиг. 7. Нормальный разрез палеозоя по правому склону р. Ангары на участке: д. Пономарева—с. Олонки.

К ста

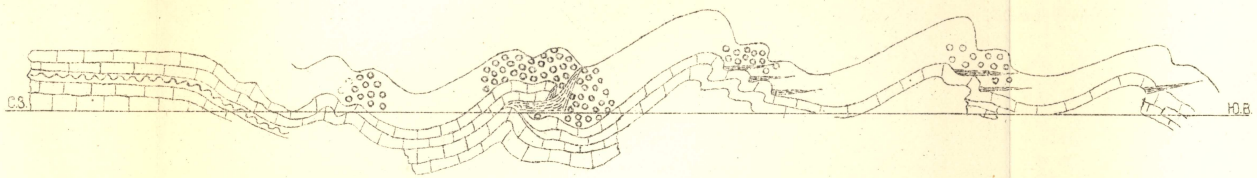
Фиг. 8. Мальтинская полоса нарушений.

Масштаб:
горизонтальный в 1 дм—50 мт.
вертикальный в 1 дм—10 мт.

А. Выходы пород в полосе нарушений.



Б. Возможная реконструкция нарушений.

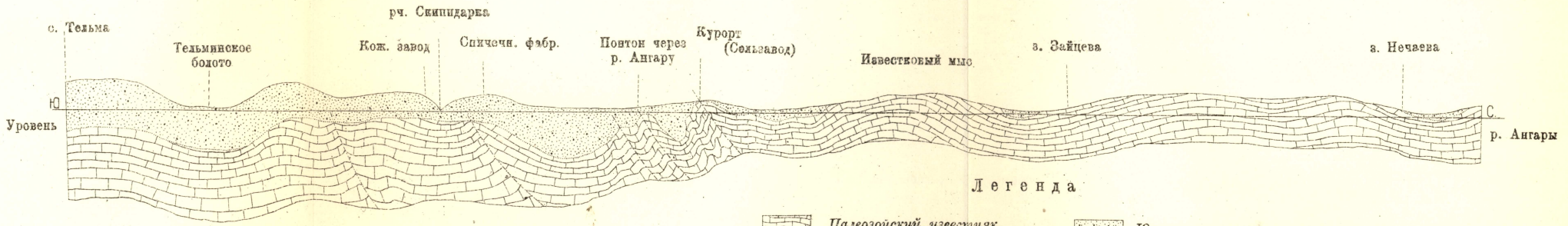


Легенда.

- Известняки первичного залегания.
- Брекчиевидный конгломерат.
- Слюдоподобный агрегат тектонитов.
- Известняки разбитые и смятые.
- Плойчатость.
- Линии перемещений.

Фиг. 9. Схематический продольный разрез по левому берегу реки Ангары от с. Тельмы до з. Нечаева.

Масштаб: { горизонтальный 1 см.—500 мт.
вертикальный 1 см.—50 мт.

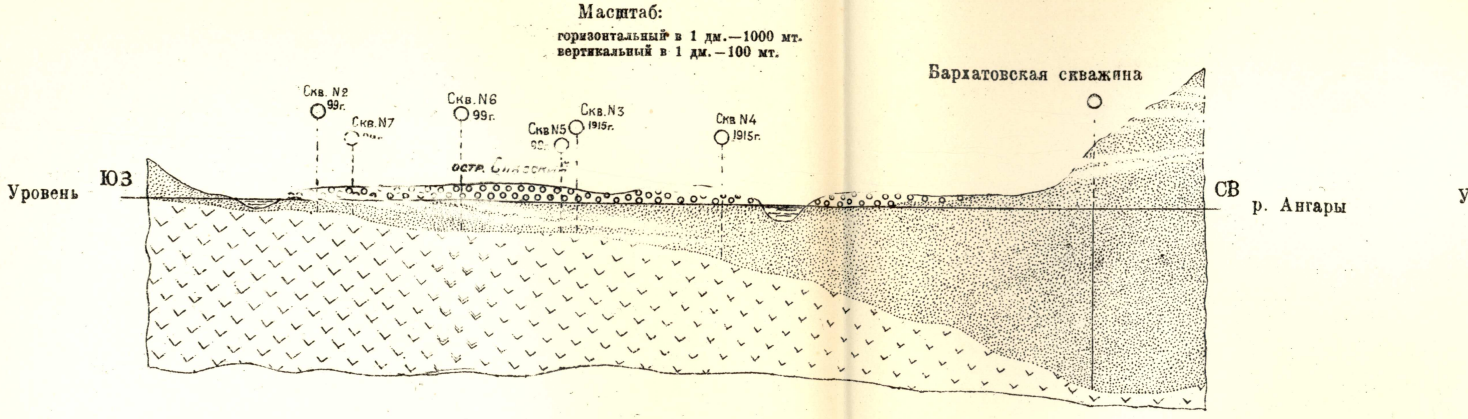


Легенда

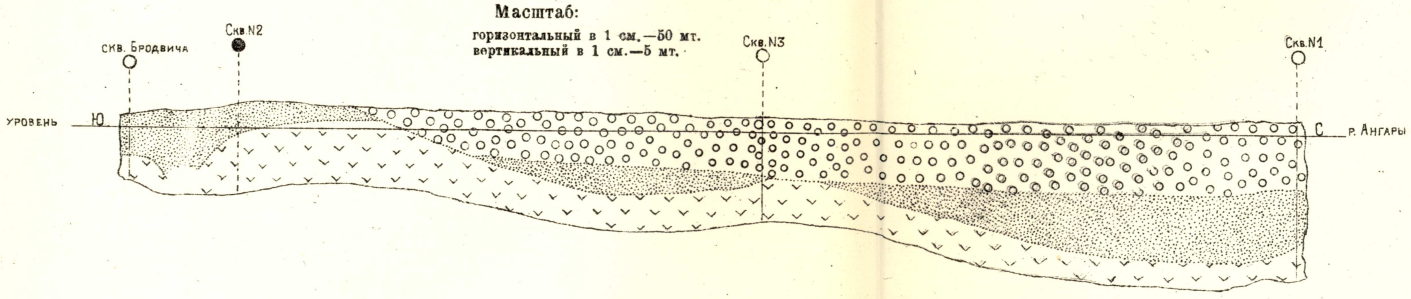
- *Палеозойский известняк.*
- *Юрские отложения.*
- *Линии взбросов.*
- *Верхняя гипсометрическая граница палеозоя.*

К статье проф. М. К. Коровина: „Усольское месторождение..."

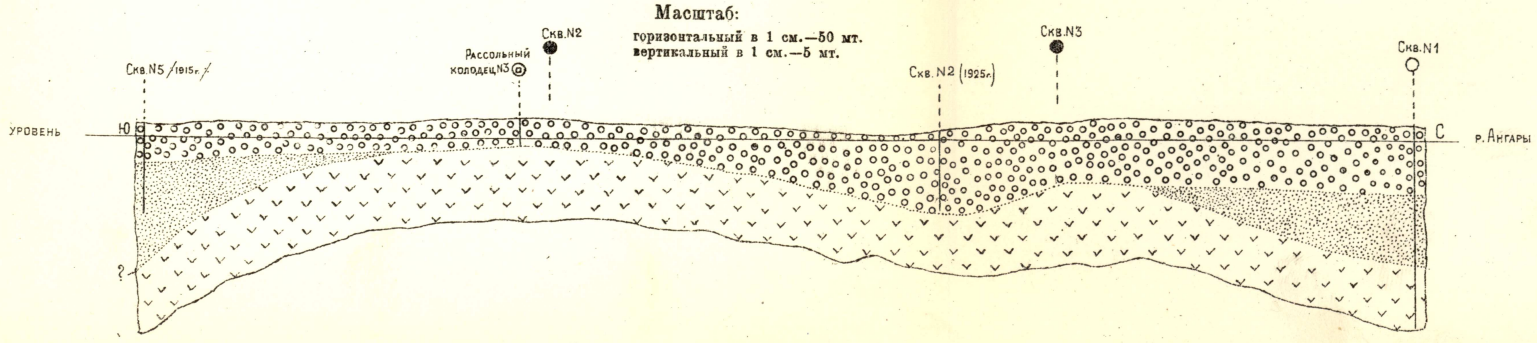
Фиг. 10. Поперечный разрез через долину р. Ангары по линии: глубок. Бархатовская скв.—скв. № 4. 1915 г.-скв. № 3. 1915 г.—скв. № 5. 1899 г.—скв. № 6. 1899 г.—скв. № 7. 1899 г.—скв. № 2. 1899 г.—лев. бер. р. Ангары.



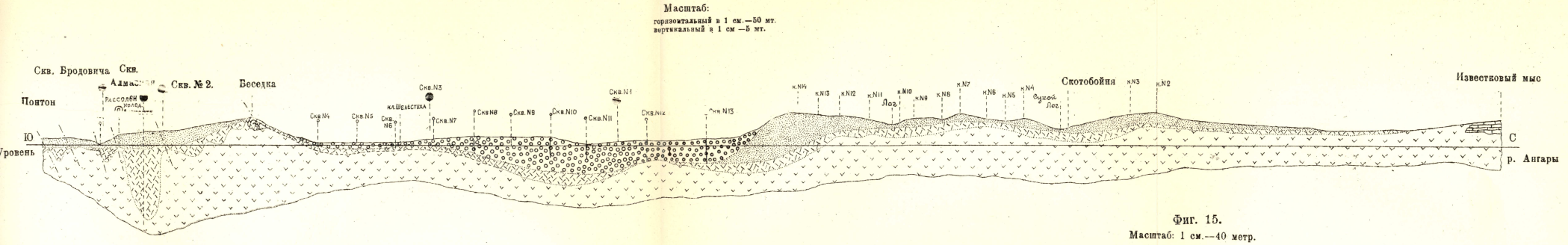
Фиг. 12. Разрез Варничного острова по линии: скв. Бродовича—скв. № 3.—скв. № 1.



Фиг. 13. Разрез Варничного острова по линии: скв. № 5 (1915 г.)—Рассольный колодец № 3—скв. № 2 (1925 г.)—Глубокая скважина № 1.



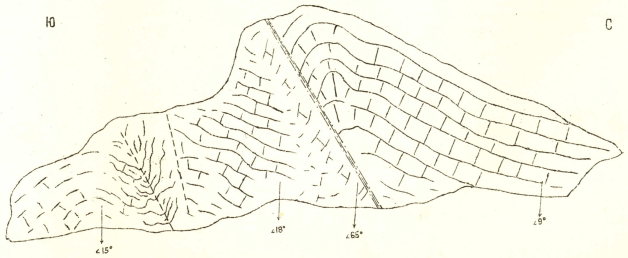
Фиг. 11. Разрез по левому берегу реки Ангары от понтонного моста до Известкового мыса.



Фиг. 11-а.

Масштаб: горизонтальный и вертикальный в 1 см.—50 мт.

Фиг. 14. Взброс в парке Усольского курорта.

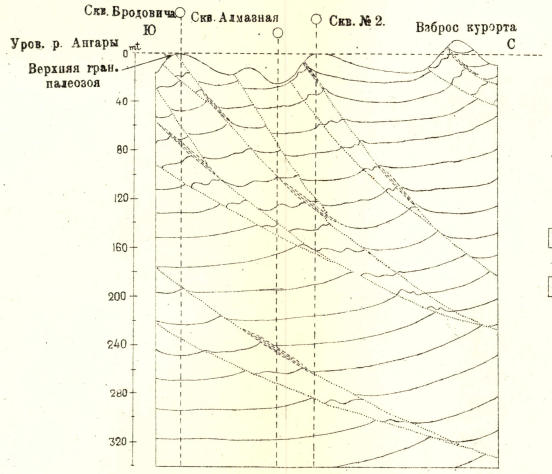


Легенда.

- *Палеозойский известняк.*
- *Выходы известняков палеозоя.*
- *Юрские отложения.*
- *Брекчиевидный глинистый конгломерат.*
- *Современные отложения р. Ангары.*
- *Мелкие разведочные скважины и канавы.*
- *Глубокая скважина, рассольный колодец.*
- *Скважины, спроектированные на линию разреза.*
- *Установленная* / *Вероятная* — *граница палеозоя.*
- *Линии взбросов.*

Фиг. 15.

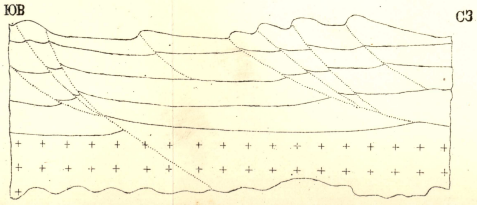
Масштаб: 1 см.—40 метр.



Условные обозначения:

- *Зоны нарушения.*
- *Тектониты.*
- *Кембрий.*
- *Кристаллич. плита до-кембрия.*

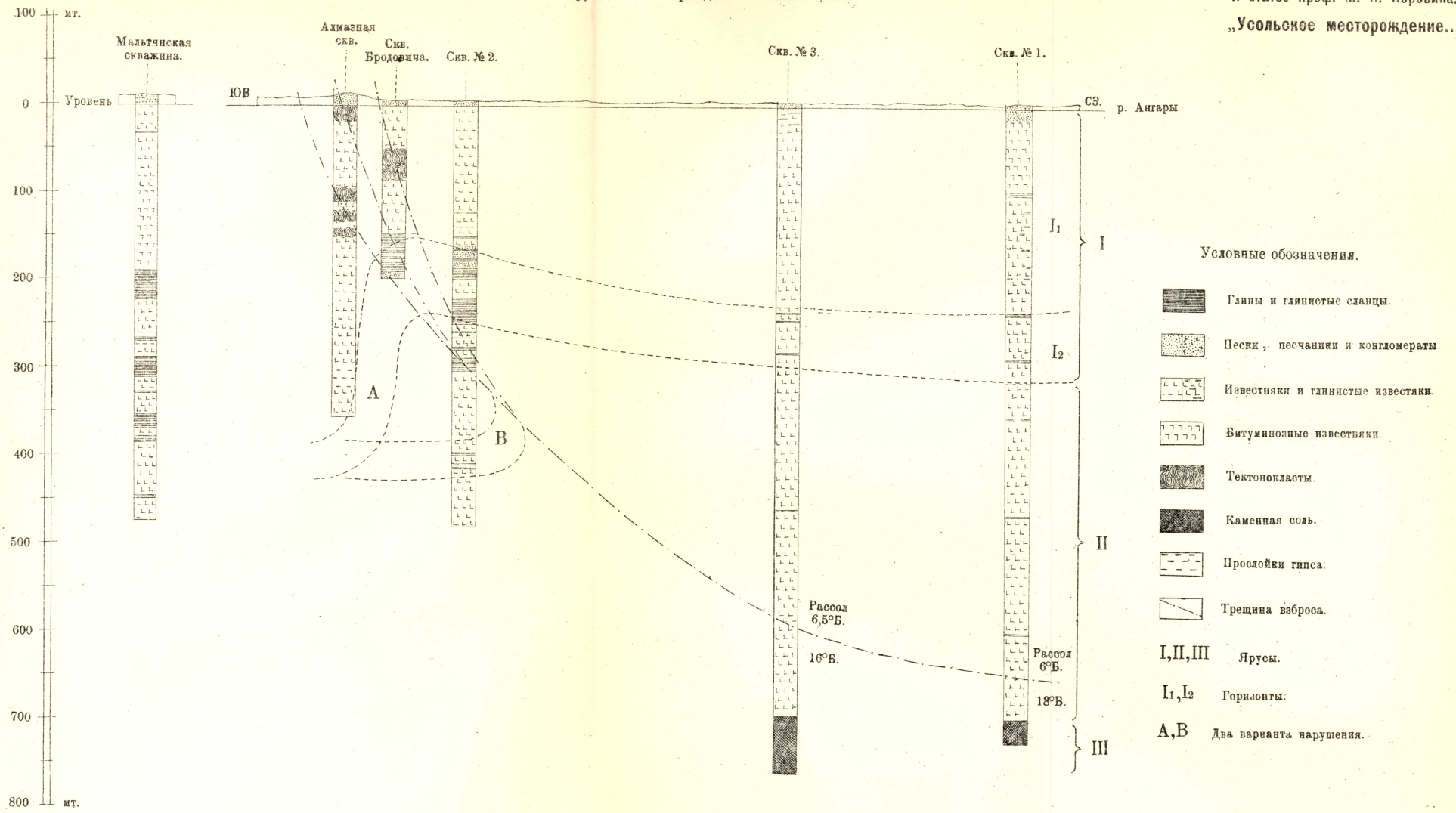
Фиг. 16.



К статье проф. М. К. Коровина:
„Усольское месторождение...“

Фиг. 17. Разрезы глубоких скважин Усольского района

с возможной реконструкцией главного нарушения месторождения. Мсшт. 1/5000.



Фиг. 18. Диаграммы изменения крепости и глубины стояния рассола в глубоких скважинах г. Усолья Иркутской губернии.

Диаграмма изменения крепости рассола в скважине № 3.

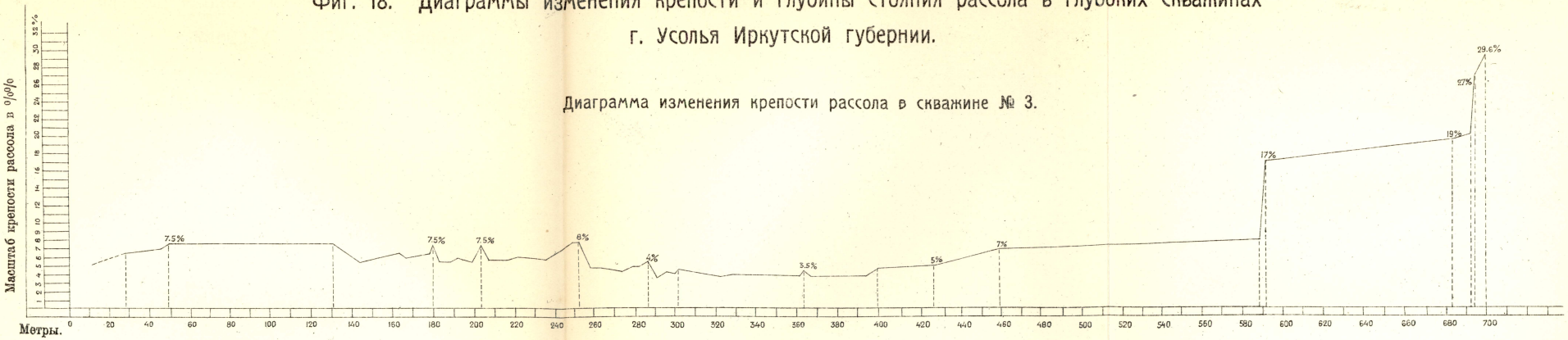


Диаграмма изменения крепости рассола в скважине № 2.

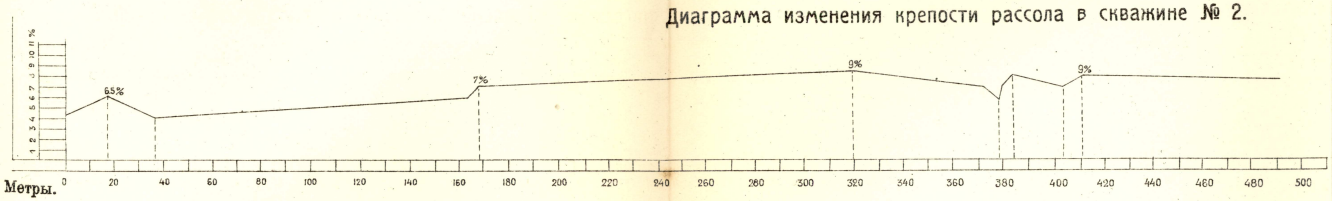


Диаграмма изменения крепости и глубины стояния рассола в скважине № 1.

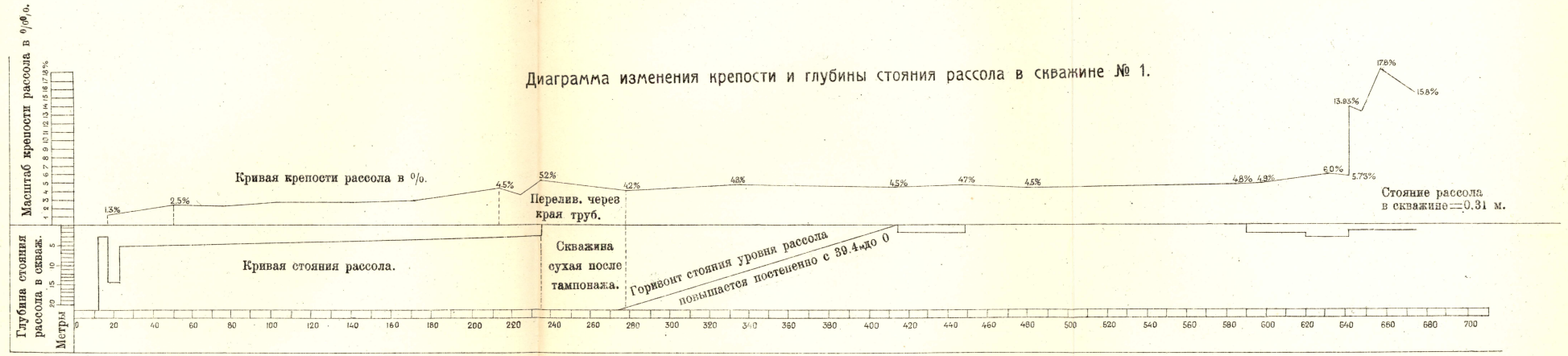


Диаграмма крепости рассола Алмазной скважины в парке курорта.