

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

А. Е. Ферсманъ, Къ минералогіи
каменно-угольныхъ отложенийъ окрестностей г. Бо-
ровичей,
Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI
серія, 1915, том 9, выпуск 15, 1559–1580

<https://www.mathnet.ru/im6409>

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<https://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 18.97.9.173

14 мая 2025 г., 18:25:05



Къ минералогіи каменноугольныхъ отложенийъ окрестностей г. Боровичей.

А. Ферсмана.

(Представлено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 2 сентября 1915 г.).

1. Задача геохимическихъ изслѣдованій въ Центральной Россіи.

Среди разнообразныхъ проблемъ, которыя ставятся современной минералогіей и геохиміей, одной изъ особенно важныхъ является выясненіе вопроса о процессахъ разсѣянія или концентраціи различныхъ элементовъ въ осадочныхъ породахъ¹. Этотъ вопросъ вызываетъ тѣмъ большій интересъ, что въ указанныхъ процессахъ долженъ принимать участіе рядъ малоизученныхъ геохимическихъ дѣятелей, каковы органической міръ, силы адсорбціи и абсорбціи, процессы диффузионнаго и капиллярнаго характера, а также явленія электролитическаго распада и осажденія изъ слабыхъ растворовъ. Однако, систематическая работа въ этомъ направленіи наталкивается на большой недостатокъ точнаго описательнаго матеріала, особенно въ виду того, что минералогія осадочныхъ породъ до послѣдняго времени привлекала очень мало изслѣдователей.

А между тѣмъ именно въ Россіи поднимаемые современной геохиміей вопросы смогутъ получить болѣе полное и правильное разрѣшеніе. Значительная площадь русской платформы, только по окраинамъ охватываемая тектонически нарушенными областями, въ теченіе многихъ геологическихъ періодовъ не была захвачена вулканической или гидротермальной дѣятельностью, и ея не коснулась (или почти не коснулась) работа тѣхъ агентовъ, которые въ другихъ областяхъ являются наиболѣе значительными дѣятелями химическихъ превращеній. Для объясненія тѣхъ или иныхъ химическихъ явленій въ области Центральной Россіи необходимо исключать непосред-

¹ Я. Самойловъ. ИАН. 1910. 857; 1911. 475; 1912. 939. Я. Самойловъ. Сборникъ въ честь В. Вернадскаго. Москва. 1914. 241 — 244. А. Ферсманъ. Задачи современной минералогіи. «Природа». 1912. 861. См. особенно нижеслѣдующія работы В. Вернадскаго.

ственное влияніе этихъ факторовъ и искать иныхъ путей для выясненія генетическихъ соотношеній¹.

Вотъ почему геохимическій анализъ осадочныхъ породъ Европейской Россіи представляетъ особый интересъ и можетъ заставитьъ смотрѣть на рядъ общераспространенныхъ химическихъ процессовъ съ нѣсколько иной точки зрѣнія.

Прежде всего задача въ этомъ направленіи сводится къ выясненію распредѣленія и концентраціи болѣе рѣдкихъ элементовъ, учетъ которыхъ, даже только качественный, уже можетъ намѣтить рядъ интересныхъ обобщеній: таковы вопросы о распространеніи болѣе рѣдкихъ элементовъ щелочного ряда (Rb, Cs, Li), щелочноземельнаго (Ba, Sr), о накопленіи тѣхъ или иныхъ соединеній галлоидовъ (F, Cl, Br, J) и, наконецъ, о распространеніи тяжелыхъ элементовъ типа Zn, Pb, Cu, Ag, Au и связанныхъ съ ними металлоидовъ S, As, Sb².

Если мы къ этому перечню еще присоединимъ вопросъ о распространеніи фосфора и его соединеній, то этимъ намѣтимъ цѣлую область систематическихъ изслѣдованій по геохиміи Центральной Россіи.

Одной изъ интереснѣйшихъ проблемъ, которыя намѣчаются въ этомъ направленіи и которыя ближе всего связаны съ вопросами, разсматриваемыми въ настоящей статьѣ, является выясненіе *концентраціи тяжелыхъ металловъ въ осадочныхъ породахъ русской равнины*, т. е. въ обстановкѣ мало обычной для этихъ тѣлъ. Конечно, нахожденіе тяжелыхъ металловъ въ сингенетической связи съ осадочными породами не представляетъ рѣдкаго случая, и нѣкоторые авторы, какъ, напр., Stelzner и Doss, пытаются отнести къ этому типу весьма большое число мѣсторожденій; однако, если систематически разобрать описываемые случаи, то окажется, что большинство изъ нихъ допускаетъ и другія объясненія, и что обычно намѣчается нѣкоторая близость между сингенетическимъ осадочнымъ накопленіемъ и дислокаціями, рудными жилами или процессами денудациі рядомъ лежащихъ рудныхъ областей; особенно рѣзко выступаетъ это по отношенію къ тѣмъ двумъ металламъ, — свинцу и цинку, — о которыхъ идетъ рѣчь въ настоящей статьѣ.

¹ Въ Западной Европѣ при ея тектонической сложности и расчлененности цѣлый рядъ химическихъ явленій обычно связывается съ жильными и гидротермальными процессами, особенно въ области накопленія тяжелыхъ элементовъ. Такъ, напр., столь обычное содержаніе свинца и цинка въ угольныхъ бассейнахъ большинство авторовъ связывало съ непосредственными жильными инфильтраціями.

² См. по этому вопросу В. Вернадскій. Матер. для спектроск. земной коры. ИАН. 1914. 1000—1002.

Въ виду такой неясности вопроса о распространеніи тяжелыхъ металловъ въ осадочныхъ породахъ является весьма цѣннымъ подбораніе матеріала и фактовъ, которые не допускали бы двойственныхъ объясненій, и въ которыхъ нельзя было-бы допустить *непосредственной* связи между накопленіемъ элементовъ и рудными жилами. Въ этихъ случаяхъ необходимо признавать существованіе особыхъ промежуточныхъ процессовъ при переносѣ и вторичной концентраціи тяжелыхъ металловъ.

Въ этомъ направленіи Европейская Россія даетъ нѣкоторый, хотя и скудный матеріалъ¹.

Въ области Подольской губ. и части Бессарабіи, особенно въ долинѣ Днѣстра между р. Ушицей и Могилевымъ, встрѣчается *свинцовый блескъ* внутри фосфоритовыхъ стяженій, расположенныхъ отдѣльными горизонтами въ силурійскихъ мергеляхъ². Кромѣ того, галенитъ, согласно образцамъ Московскаго Университета, встрѣчается въ кварцитовыхъ песчаникахъ около г. Могилева Подольскаго. Значительно болѣе распространенъ этотъ минералъ въ палеозоѣ Прибалтійскаго края, гдѣ *галенитъ* съ небольшимъ содержаніемъ *серебра* и *золота* вмѣстѣ съ болѣе рѣдкимъ *сфалеритомъ* отмѣченъ въ цѣломъ рядѣ пунктовъ, будучи пріуроченъ къ доломитамъ и известнякамъ девонскаго и нижне- или верхне-силурійскаго возрастовъ. Эти мѣсторожденія таковы, что были предметомъ небольшой эксплуатаціи во времена шведскаго владычества³. Повидимому, аналогичны имъ мѣсторожденія свинцоваго блеска и въ Петроградской губерніи⁴. Можетъ быть, сходнымъ сингенетическимъ мѣстороженіемъ являются скопленія свинцоваго блеска въ каменноугольныхъ известнякахъ на р. Илычѣ въ Печорскомъ краѣ (Яренскаго уѣзда)⁵.

¹ Рядъ нижеприводимыхъ литературныхъ справокъ частію заимствованъ мною изъ подготавлиаемаго къ печати втораго тома «Опыта описательной минералогіи» В. Вернадскаго.

² В. Чирвинскій. Зап. Кіевск. Общ. Естеств. 1907. XX. 765—766. См. у Georgi. Geogr. phys. Beschreib. d. Russ. Reichs. Königsb. III. 1797. 418. Н. Борисьякъ. Кіевск. Унив. Извѣстія. 1862. № 7. 249. Alth. Jahrb. Geol. Reichsanst. 1869. XIX. 74. Мельниковъ. Горн. журн. 1884. III. 207.

³ О развѣдкахъ свинцовыхъ приисковъ, произв. въ 1803 году въ Лифляндск. губ. Горный журн. 1828. IX. 3. Ср. Вансовичъ. Горный журналъ. 1827, кн. 8. 47—48. Нефедьевъ. Каталогъ Минер. Муз. Горнаго Инст. С.-Пб. 1871. 51. Списокъ мѣстор. см. Grewingk. Sitzungsber. Naturf. Ges. Dorpat. 1889. VIII. 45. Добыча, достигшая 25 пудовъ свинцовой руды, была остановлена Черницынымъ, который высказалъ совершенно неосновательное предположеніе, что «валуны свинцоваго блеска занесены сюда изъ Финляндіи и другихъ отдаленныхъ мѣстъ». Мѣстороженіе отмѣчено еще у Georgi, l. с. 1797, 418: «in Flötzen Podoliens, Lithauens u. Livlands».

⁴ Образецъ галенита въ известковомъ мергелѣ Кронштадта въ Геол. и Минер. Музеѣ Академіи Наукъ. Ср. Н. Погребовъ. Труды С.-Пб. Общества Естеств. 1912. XLIII. 56.

⁵ С. Перовъ. Извѣстія Волог. Общ. Изученія Сѣверн. края 1915. II. 76. Ср. Изв. Геол. Ком. 1915. XXXII, стр. 282.

Болѣе обычны въ осадочныхъ породахъ Европейской Россіи мѣсторожденія соединеній *мѣди*, при чемъ нѣкоторыя изъ нихъ были предметомъ специальныхъ изысканій. Любопытно отмѣтить, что соединенія мѣди въ песчаныхъ слояхъ Дудергофа подъ Петроградомъ были долгое время предметомъ практической разработки, которая прекращена была лишь въ 1736 году¹. Гельмерсенъ² отмѣтилъ присутствіе намазокъ мѣдной зелени на конкреціяхъ сѣрнаго колчедана въ кембро-силурійскихъ отложеніяхъ по р. Поповкѣ близъ Павловска; имъ же были подробно описаны³ довольно крупныя скопленія малахита, мѣдной черни и мѣдной лазури въ трещинахъ силурійскаго известняка среди девонской глины на правомъ берегу Волхова, между Гостинопольской пристанью и деревней Дубовикъ. Къ этому же типу мѣсторожденій относится и указаніе Еремѣева и Нефедьева⁴ на малахитъ въ песчанкѣ по р. Волхову, близъ деревни Петропавловской, Петроградской губерніи. Аналогичныя указанія на соединенія мѣди (отчасти и *серебра*) имѣются для Прибалтійскаго края, гдѣ Grewingk⁵ отмѣчаетъ малахитъ въ нижнемъ силурѣ у Нарвы⁶ и халькопиритъ, *тетраэдритъ* и малахитъ въ нижнемъ силурѣ у Ревеля, у Феллина и въ цехштейнѣ Курляндіи; мѣдный блескъ и мѣдная зелень отмѣчены также въ Исковской губерніи (Холмскомъ уѣздѣ) по р. Ловати⁷. Огромный интересъ представляетъ распространеніе галенита въ известнякахъ горы Богдо⁸, а также скопленія цинковыхъ соединеній и отчасти свинца въ песчанникахъ, известнякахъ, угольныхъ слояхъ и сферосидеритовыхъ конкреціяхъ Каменской дачи на Уралѣ⁹.

Какъ видно изъ этихъ отрывочныхъ и неполныхъ свѣдѣній, указанія по преимуществу касаются наиболѣе периферическихъ частей русской платформы¹⁰; для ея центральныхъ частей литературныя справки являются

¹ I. G. Georgi. Versuch einer Beschreib. Petersb. Guvern. 1790. Spb. p. 7, 51.

² Гельмерсенъ. Горн. Журн. 1842. IV. 219. S. Kutorga (Verh. Min. Ges. 1856. 242) отмѣтилъ широкое распространеніе мѣдной зелени въ силурійскихъ известнякахъ Петроградской губ.

³ Гельмерсенъ. I. с. 1842, стр. 215—219. Еремѣевъ. Горн. журн. 1855. I. 313—314. И. Бокъ. Мат. Геол. Россіи. 1869. I, стр. 144.

⁴ Нефедьевъ. I. с. 563. Jeremejew. Verh. Min. Ges. 1856. 69.

⁵ Grewingk. I. с.

⁶ Бокъ указываетъ: у дер. Омуть на Наровѣ, въ Эстляндіи. Бокъ. Мат. Геол. Россіи. I. 1869. 153—154.

⁷ А. Карпинскій. Горн. журн. 1876. I. 173.

⁸ Ауэрбахъ. Зап. Геогр. Общества 1871. IV. 26—27.

⁹ Ф. Гебауеръ. Горн. Журн. 1889. I. 355. Этой справкой я обязанъ акад. А. П. Карпинскому.

¹⁰ При этомъ исключены были рядъ указаній на находженіе тяжелыхъ металловъ въ осадочныхъ породахъ, гдѣ намѣчается болѣе или менѣе непосредственная связь ихъ съ дислокаціями: такова вся область пермскихъ мѣдистыхъ песчаниковъ Вятской, Вологодской,

болѣе скудными и, къ тому же, не всегда достовѣрными. Для Костромской губерніи Крживоблоцкій¹ указываетъ на признаки мѣдныхъ рудъ, вѣроятно вмѣстѣ съ колчеданомъ, въ нѣсколькихъ мѣстахъ по Волгѣ, особенно близъ Кинешмы; указаніе это отчасти подтверждается данными Я. Самойлова². Совершенно невыясненнымъ остается указаніе на *никкель* въ Московской губерніи, согласно сдѣланной мною находкѣ натековъ кальцита, окрашеннаго этимъ элементомъ, въ главномъ карьерѣ Подольскаго цементнаго завода³. Колчеданъ съ содержаніемъ мѣди, мышьяка и никкеля отмѣченъ Г. Вилениусомъ изъ села Богородскаго Тетюшкаго уѣзда, Казанской губ.⁴. Въ Изюмскомъ уѣздѣ Харьковской губ., около Цареборисовки указываются прожилки и стяженія галенита⁵. Наконецъ, въ литературѣ XVIII столѣтія, какъ это будетъ ниже изложено, мы находимъ рядъ указаній на свинцовый блескъ, «мѣдь» и «арсеникальный колчеданъ» изъ Валдайскихъ горъ и преимущественно изъ окрестностей Боровичей. Послѣднія указанія до настоящаго времени оставались непровѣренными и, несмотря на рядъ изслѣдованій въ этой области, совершенно не отмѣчались въ болѣе новой литературѣ. Мои находки текущаго лѣта вполне подтвердили правильность нѣкоторыхъ изъ нихъ и обнаружили несомнѣнное присутствіе *свинца, цинка, серебра и мѣди* въ нижнихъ горизонтахъ каменноугольной свиты окрестностей г. Боровичей.

2. Литературныя свѣдѣнія по минералогіи и геологіи района Боровичей.

Мѣсторожденія колчедана, угля и глины въ районѣ Боровичей привлекли на себя вниманіе еще съ начала 1768 года и съ этого времени неоднократно являлись предметомъ геологическихъ изслѣдованій; причина этого заключалась въ практическомъ значеніи упомянутыхъ ископаемыхъ: сѣрный колчеданъ въ теченіе болѣе столѣтія добывался кустарнымъ путемъ, при

Пермской, Екатеринославской и др. губерній, а также рядъ отдѣльныхъ указаній на свинцовый блескъ и соединенія мѣди въ Кривомъ Рогѣ (Екатеринославской и Херсонской губ.). Ср. Горный Журн. 1839. I. 302.

¹ Я. Крживоблоцкій. Матер. геогр. и статист. Россіи. Костромская губ. С.-Пб. 1861. 162. Это указаніе сдѣлалось мнѣ извѣстнымъ изъ рукописи Планера по топографической минералогіи Россіи: «древесныя окаменѣлости, проникнутыя мѣднымъ окисломъ».

² Я. Самойловъ. Отчетъ фосфоритн. комис. Москва I. 1909. 154.

³ Мнѣ кажется наиболѣе вѣроятнымъ источникомъ этого элемента—разрушеніе какого-нибудь издѣлія, содержавшаго Ni; однако, подтвержденій этому предположенію мнѣ не удалось найти. Съ другой стороны, возможно допустить и присутствіе никкель-содержащихъ колчедановъ, что, напр., типично для девонскихъ пиритовъ изъ Рейнскихъ шиферныхъ горъ.

⁴ Г. Вилениусъ. Горн. Журн. 1885. II. 313. Указаніе не могло быть подтверждено А. П. Карпинскимъ (Горн. Журн. 1891. IV. 56), который любезно сообщилъ мнѣ эту справку.

⁵ Очеркъ полезныхъ ископаемыхъ Европ. Россіи 1881. С.-Пб. стр. 162.

чемъ его добыча въ нѣкоторые годы, особенно въ началѣ шестидесятихъ годовъ, послѣ постройки двухъ сѣрныхъ заводовъ, была особенно интенсивной; глина до настоящаго времени является предметомъ крупной добычи, а на уголь неоднократно возлагались надежды и предпринимались пробныя раз-работки¹. Въ связанной съ этими работами геологической литературѣ встрѣ-чается рядъ указаній на минералы этого района и прилегающей къ нему Валдайской возвышенности, при чемъ указываются слѣдующіе минеральные виды:

сѣра налетами на колчеданѣ ²	кварцъ
пиритъ и марказитъ	кремнь
мышьяковій (арсеникальный) колче- данъ	агатъ ³ ; халцедонъ аметистъ ⁴ .
магнитный колчеданъ	бурый желѣзнякъ (болотная руда)
свинцовый блескъ	каолинъ

¹ Въ виду того интереса, который въ настоящій моментъ возбуждаютъ мѣсторожденія угля въ окр. Боровичей, небезполезно привести списокъ наиболее важной литературы по этому вопросу, гдѣ болѣе, что въ періодической прессѣ появился рядъ статей объ этомъ углѣ, избыточныхъ фактическими неправильностями и неточностями (см. Новое Время отъ 29 іюля, статьи Е. Вурцеля въ Бирж. Вѣдом. отъ 31-го іюля и 2-го августа и статью въ той же газетѣ отъ 31-го августа съ болѣе или менѣе вѣрными данными Бахтѣева). Штелинь. Труды Вольно-Эконом. Общества. 1768. VIII. 222. Гмелинь. Путешествіе по Россіи. 1771. I. 6—10. Палласъ П. Путешествіе по разнымъ пров. Росс. Имп. С.-Пб. 1773. I. 11. А. Волковъ. Технол. Журнал. С.-Пб. 1804. I. 85. Г. Гельмерсенъ. Геогностич. взгляды на Валдайск. возвышенность. Горн. журн. 1840. № 5. 162. Оливьері. Геогност. обзор. Новг. губ. Горн. журн. 1840. № 6. 309—355. R. Murchison. Geology of Russia in Europa. L. 1845. I. 45. Мухортовъ. Вѣстникъ Русск. Геогр. Общ. С.-Пб. 1854. 51. Пандеръ. Горный журн. 1846. IV. 36. Гюсса. Каменный уголь, огнест. глина и сѣрный колчеданъ Новгор. губ. Горный журн. 1855. 1—37. (Въ томъ же году статья эта съ небольшими измѣненіями вышла от-дѣльной брошюрой). Соколовъ. Горн. журн. 1865. II. 480. В. Алексѣевъ. Новыя изслѣдов. мѣст. каменнаго угля въ Новг. губ. Горн. журн. 1867. II. 193, 401, 407, 411, 424. В. Алек-сѣевъ. Горн. журн. 1868. II. 423—428. Middendorf. Bull. Soc. Nat. Moscou. 1868. I. 475. В. Алексѣевъ и Бѣлозеровъ. Минеральное топливо между Петербургомъ и Москвой. 1873. А. Дитмаръ. Мат. Геол. Россіи. 1873. V. 74. В. Ерофѣевъ. Геологич. изслѣдов. въ Боров. уѣздѣ. Горн. журналъ. 1880. III. 115. А. Кованько. Правит. Вѣстникъ, 1891. 47 (пе-репечатка въ Горн. журн. 1891. I. 347—348). Алексѣевъ, В. «Ископаемые угли». См. Горное Дѣло и Металлургія. С.-Пб., 1898. Часть IV, р. 153. II. Земятченскій. Отчетъ о геологич. и почвенныхъ изслѣдов. въ Боров. уѣздѣ. Труды Геол. Комит. 1899. VII. № 3. М. Приго-ровскій. Очеркъ каменноуг. мѣстор. подмоск. района (См. очеркъ мѣст. ископ. углей Россіи. Изд. Геол. Комит.). С.-Пб. 1913. А. Ферсманъ. Уголь съ содержаніемъ тяжелыхъ металловъ изъ окр. Боровичей. Москва «Природа». 1915. Сентябрь, стр. 1175—1180.

² Всѣ видѣнные мною желтые налеты на углѣ и колчеданѣ въ районѣ Мсты оказа-лись не сѣрой, а сульфатами окиси желѣза.

³ В. Севергинъ. Опытъ минералог. землеопис. Росс. Имп. С.-Пб. 1809. 23—25. В. Севергинъ. Технолог. журн. 1806. III. 1.

⁴ А. С. Сергѣевымъ и мною была встрѣчена на бечевникѣ у порога Свиныи ока-таннаго жеода кристалловъ кварца со слабо фіолетовымъ оттѣнкомъ.

глина	гипсъ ²
кальцитъ ¹	мелантеритъ ³
сферосидеритъ	уголь

Особый интересъ изслѣдователей привлекали колчеданы, которые подробно описываются преимущественно въ литературѣ конца XVIII столѣтія, при чемъ авторы иногда связываютъ съ ними соединенія нѣкоторыхъ другихъ элементовъ. Такъ Гмелинъ (I. с. стр. 8) указываетъ, что на р. Кремчѣ близъ Валдая встрѣчаются: «шиферъ и колчеданъ, заключающіе въ себѣ металлы» и «исполненные мѣди песчанья каменя»⁴. Палласъ (I. с. стр. 11) совершенно опредѣленно говоритъ объ «арсеникальномъ колчеданѣ»: «правый берегъ р. Гремячей (въ 20 в. на сѣверо-западъ отъ Валдая около Яжелбиць) наполненъ арсеникальнымъ колчеданомъ, отчасти струистымъ и нѣсколько вывѣтрѣлымъ». Объ этомъ же минералѣ говоритъ и Алексѣевъ, минералогическія описанія котораго вообще весьма точны: «... во всѣхъ этихъ слояхъ (у г. Боровичей) находится сѣрный колчеданъ... въ нижнемъ слоѣ угля⁵, въ 5 вершковъ толщиной, встрѣчаются нѣкоторые куски сѣрнаго колчедана съ примѣсью мышьяковаго колчедана. Отдѣльными кусками мышьяковый колчеданъ изрѣдка попадаетъ въ слоѣ сѣраго глинистаго песка»⁶.

Точныя описанія этихъ образцовъ не оставляютъ сомнѣнія въ томъ, что рѣчь идетъ о томъ своеобразномъ типѣ колчедана, который, обрастая и срастаясь съ галенитомъ, столь типиченъ для нижеописываемаго горизонта VII песковъ; весьма вѣроятно, что своеобразный сѣро-зеленый цвѣтъ этихъ стяженій съ сѣрыми намазками свинцоваго блеска далъ основаніе для такого опредѣленія, тѣмъ болѣе что мною мышьяковаго колчедана нигдѣ не было обнаружено. Этими же необычными свойствами стяженій въ нижнихъ пескахъ я объясняю то, что Гельмерсенъ нѣсколько разъ называетъ колчеданъ — магнитнымъ колчеданомъ.

Значительно большій интересъ представляютъ указанія на нахожденіе вмѣстѣ съ колчеданомъ *свинцоваго блеска*. Впервые отмѣчается это у

¹ См. хорошія описанія у Алексѣева (I. с. 1868), который отмѣчаетъ кальцитъ въ ниже описанномъ мною горизонтѣ VII.

² Особенно интересны указанія Дитмара (I. с. 1873) на шары игольчатаго гипса у Ждани (на Мстѣ, ниже Боровичей).

³ Купоросъ и связанные съ нимъ другіе водные сульфаты очень часто отмѣчаются въ литературѣ. См. особенно Алексѣева (I. с. 1867, 424) и Дитмара (I. с. 1873).

⁴ Это указаніе нигдѣ не подтверждено. Не принялъ ли авторъ золотистый шпиртъ за мѣдный колчеданъ?

⁵ Въ дальнѣйшемъ изложеніи этотъ слой описанъ у меня подъ номеромъ IX.

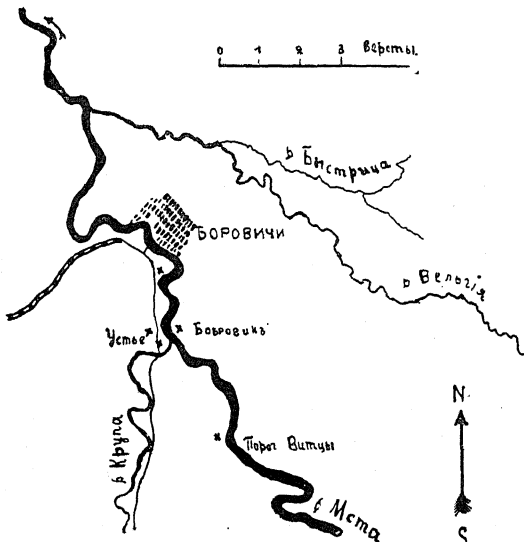
⁶ Въ моемъ дальнѣйшемъ изложеніи это — горизонтъ VII.

Georgi¹, который кратко отмѣтилъ присутствіе свинцоваго блеска «im Waldaischen Gebirge a. d. Msta»; это же указаніе подтверждается въ докладѣ, прочитанномъ А. Кованько въ 1891 году въ Императорскомъ Русскомъ Техническомъ Обществѣ.

Таковы тѣ немногія литературныя данныя, которыя имѣются по минералогіи каменноугольныхъ отложеній Боровичей и прилегающихъ къ нему частей Валдайской возвышенности. Вышеприведенный списокъ минераловъ, несомнѣнно, долженъ испытать послѣ новыхъ изслѣдованій весьма значительныя измѣненія; изъ него, повидимому, должны быть исключены: сѣра, магнитный и мышьяковый колчеданъ, мѣста которыхъ займутъ цинковая обманка и халькопиритъ. Весьма сильно долженъ въ будущемъ пополниться и списокъ карбонатовъ и сульфатовъ.

3. Общій характеръ мѣсторожденій въ окрестностяхъ г. Боровичей.

Въ дальнѣйшемъ изложеніи я останавливаюсь исключительно на болѣе детально осмотрѣнномъ мною районѣ на югъ отъ Боровичей, по теченію р. Мсты и впадающей въ нее р. Крупы (у авторовъ конца XVIII вѣка — р. Крупицы). См. схематическую карточку.



¹ J. G. Georgi. Geogr. phys. Naturgesch. d. Russ. Reichs. Königsb. III. 1797. 418.

Этотъ районъ охватываетъ по преимуществу одну изъ линзъ угля, впервые обнаруженную въ 1768 году у впаденія р. Крупы въ Мсту, и, благодаря обилію шахтъ, штолень и мелкихъ разработокъ глины, даетъ весьма обширный матеріалъ для геологическихъ и минералогическихъ изслѣдованій. Въ началѣ августа текущаго года къ этимъ разработкамъ присоединился еще рядъ новыхъ, связанныхъ съ добычей угля: а именно, открытая работа на лѣвомъ берегу Крупы, у моста Валдайскаго тракта, двѣ штольни противъ нея на правомъ берегу, и три штольни на р. Мстѣ, немного выше устья Крупы.

Всѣ эти новыя разработки, усиленная добыча угля и колчедана, а также новыя штольни для добычи глины на Мстѣ, около города, даютъ въ настоящее время возможность не только хорошо изучить общій характеръ мѣсторожденія, но и собрать и выбрать изъ нѣсколькихъ тысячъ пудовъ добытаго угля и колчедана весьма интересный минералогическій матеріалъ.

Геологически мѣсторожденіе указанныхъ полезныхъ ископаемыхъ связано съ глинисто-песчанымъ ярусомъ нижняго отдѣла каменноугольныхъ отложений, перекрываемыхъ известняками верхняго яруса, ледниковымъ наносомъ и мѣстами алювіальными отложениями. Значительное количество разрѣзовъ на сравнительно небольшомъ пространствѣ показываетъ, что отдѣльные горизонты довольно быстро выклиниваются, но что вообще можно намѣтить нѣкоторую послѣдовательность породъ, намѣчаемую нижеслѣдующей схемой:

I. *Ледниковый наносъ*, мѣстами очень мощный, мѣстами превращенный въ перемытый аллювій.

II. Слои болѣе или менѣе ноздреватыхъ *известняковъ* различной мощности, съ глинистыми прослойками.

III. *Верхніе пески*, бѣлые или желтые, въ нижней части съ многочисленными сѣрыми глинистыми прослойками; книзу они постепенно переходятъ въ сѣрую глину, при чемъ на границѣ идетъ прослойка сферосидеритовыхъ конкрецій весьма причудливой формы, съ прожилками колчедана.

IV. Темно-сѣрая, мѣстами почти *черная, слоистая глина* до 5 аршинъ мощности, съ прослойками песку въ верхнихъ частяхъ. Нижняя часть (около 1 аршина) — плотная кусковая глина съ рѣдкими остатками древесины, превращенной въ колчеданъ.

V. Слой угля, около $\frac{3}{4}$ аршина, съ отдѣльными включеніями колчедана и сѣристыми соединеніями свинца, цинка, серебра, и мѣди. Это, горизонтъ такъ называемаго *верхняго угля*.

VI. Подъ углемъ во всемъ районѣ устья Крупы непосредственно залегаютъ горизонтъ VII. Однако около г. Боровичей, гдѣ на лѣвомъ берегу Мсты, на городской землѣ верхній уголь почти выклинивается, его подстилаютъ не пески, а *спрая вязкая глина* мощностью до $1\frac{1}{2}$ аршинъ. Эта глина разрабатывается какъ отдѣльными ямами, такъ и рядомъ штоленъ.

VII. *Сухой глинистый песокъ* съ многочисленными остатками стеблей и кусочковъ древесины, превращенной въ уголь, и съ большими стяженіями колчедана, обычно обмазаннаго свинцовымъ блескомъ. Этотъ горизонтъ весьма типиченъ для района устья р. Крупы, гдѣ онъ приходится на уровень рѣки и служить постелью угольныхъ горизонтовъ.

VIII. Въ районѣ города аналогичный *песокъ* носить болѣе глинистый характеръ, подстиляетъ глину VI-го горизонта и содержитъ кремнистыя конкреціи и мелкія стяженія колчедана, сферосидерита и большіе куски древесины, превращенной въ сферосидеритъ, съ кристаллами кальцита, пирита, сидерита и галенита во внутренней полости.

IX. Ниже слѣдуютъ: бѣлая глина наиболѣе высокихъ техническихъ сортовъ и подчиненные ей слои угля, такъ называемаго «нижній уголь» съ обычными конкреціями колчедана съ содержаніемъ свинцоваго блеска. Этотъ горизонтъ у города лежитъ на уровнѣ самой р. Мсты, но можетъ быть изученъ въ шахтахъ у Устья, на глубинахъ 10—15 сажень.

Такова общая схема строенія мѣстности, которая нѣсколько видоизмѣняется въ отдѣльныхъ разрѣзахъ.

Въ открытыхъ работахъ на р. Крупѣ надъ горизонтомъ IV, состоящимъ изъ прослойки глины въ 1 аршинъ, лежитъ непосредственно перемытый ледниковый наносъ съ обильными конкреціями колчедана, съ продуктами его окисленія и выпѣвтами гипса, мелантерита и другихъ сульфатовъ желѣза; ниже слѣдуютъ горизонты IV, V и VII, въ которыхъ и проходятъ штольни въ районѣ устья Крупы и Мсты.

Въ глубокихъ шахтахъ у Устья можно наблюдать только болѣе глубокіе горизонты съ бѣлой глиной и прослоями нижняго угля.

Наконецъ, въ обнаженіяхъ и выработкахъ у самого города Боровичей наблюдается совершенно опредѣленное выклиниваніе, можетъ быть, только мѣстное, угольнаго пласта, практическое значеніе котораго, такимъ образомъ, уменьшается къ сѣверу, тогда какъ характеръ и распространеніе этого угольнаго поля къ югу и юго-востоку, благодаря общему рельефу

мѣстности, оказывается скрытымъ подъ мощными слоями известняковъ (до 20 сажень) и ледниковыми наносами.

4. Описаніе минераловъ отдѣльныхъ горизонтовъ.

Въ дальнѣйшемъ я остановлюсь на краткомъ описаніи отдѣльныхъ минераловъ района, при чемъ долженъ отмѣтить, что главный матеріалъ былъ собранъ въ районѣ новыхъ работъ по р. Круиѣ и Мстѣ, около города; для этой цѣли и для выясненія распространенія цинковыхъ и свинцовыхъ минераловъ мною было пересмотрѣно при содѣйствіи рабочихъ нѣсколько тысячъ пудовъ добытаго колчедана и угля.

Особое вниманіе, конечно, при этомъ обращалось на галенитъ и сфалеритъ; количество послѣдняго оказалось значительно бльшимъ, чѣмъ предполагалось первоначально, такъ какъ при бѣгломъ просмотрѣ оказывается весьма затруднительнымъ отличить блестящіе кусочки угля отъ черныхъ кристалликовъ цинковой обманки. При работѣ выяснилась также причина того, что большинство изслѣдователей и лицъ, занимавшихся работами въ этой области, не замѣчали ни свинцоваго блеска, ни цинковой обманки, несмотря на то, что сама добыча колчедана въ этомъ районѣ идетъ уже болѣе 100 лѣтъ, и что уже въ началѣ XIX столѣтія, по словамъ академика В. Севергина, здѣсь функционировалъ сѣрный заводъ¹. Дѣло въ томъ, что до послѣдняго времени и до начатой нынѣ планомѣрной разработки угля добыча колчедана происходила путемъ собиранія и вылавливанія черпаками блестящихъ стяженій со дна Мсты, Крупы и нѣкоторыхъ другихъ рѣкъ. Такимъ путемъ получался колчеданъ, отмытый отъ постороннихъ веществъ, угольныхъ намазокъ и отъ тѣхъ скопленій сѣрнистыхъ соединений свинца и цинка, которыя столь бросаются въ глаза при изученіи колчедана *in situ*. Спайныя пластинки и сростки этихъ минераловъ настолько легко отдѣляются отъ колчедана и угля, что осыпаются даже при сортировкѣ и ручной отборкѣ свѣжедоставленныхъ изъ штоленъ образцовъ².

Перехожу къ описанію наиболѣе интересныхъ минераловъ отдѣльныхъ горизонтовъ.

¹ Добыча велась съ перерывами кустарнымъ образомъ, при чемъ интенсивность ея измѣнялась въ зависимости отъ сильно колебавшихся цѣнъ на колчеданъ: около 1860 года — 5 коп. за пудъ; въ 1870 — 18 коп.; въ 1891 году — 12—15 коп.; за послѣдніе годы цѣна упала до 6—7 коп. Въ августѣ 1915 г. — 18—22 копѣйки. Для исторіи этой разработки весьма любопытны указанія В. Севергина (Начертанія технол. минер. царства. 1821. 376).

² Тѣмъ не менѣе при полученіи сѣрной кислоты изъ этихъ колчедановъ надо имѣть въ виду присутствіе указанныхъ соединений тяжелыхъ металловъ и возможность ихъ концентрировать въ извѣстные моменты процесса.

Горизонтъ верхнихъ песковъ III.

Въ нижней части, на границѣ съ глинами слѣдующаго горизонта характерна прослойка конкрецій плотнаго *сферосидерита* весьма измѣнчивой и причудливой формы. Эти конкреціи, лучше всего наблюдаемыя на правомъ берегу Мсты, у дер. Бобровикъ, прорѣзаны прожилками *пирита* съ рѣдкими кристаллами въ формѣ октаэдра. Очень рѣдко наблюдаются копьевидные кристаллики *марказита*. Въ этомъ же горизонтѣ у дер. Бобровикъ встрѣчены были остатки обугленныхъ древесинъ, замѣщенныхъ частично пиритомъ, съ большими полостями, выстланными острыми ромбоэдрами *кальцита*.

Горизонтъ верхнихъ глинъ IV.

Глины эти вообще бѣдны минералами, и лишь изрѣдка, по преимуществу въ работахъ по р. Мстѣ, выше устья р. Крупы, попадаются исключительной красоты превращенные въ *пиритъ* остатки древесины и корневищъ (*Stigmaria*) съ хорошо сохранившимся наружнымъ, а иногда и внутреннимъ строеніемъ. Обычно внутри этихъ образованій остается свободная полость, выстланная кубооктаэдрами пирита. Насколько можно судить по характеру кристалловъ, колчеданъ этого горизонта долженъ быть отнесенъ исключительно къ пириту и никогда не сопутствуется ни кальцитомъ, ни сѣрнистыми соединеніями цинка, мѣди или свинца.

Горизонтъ верхняго угля V.

Этотъ горизонтъ въ настоящее время является главнымъ предметомъ выработки, и къ тому же онъ даетъ наиболѣе интересный минералогическій матеріалъ. Въ немъ встрѣчены: *пиритъ*, *марказитъ*, *серебро-содержащій галенитъ*, *сфалеритъ*, *халькопиритъ*, *кальцитъ* и *цинкъ*.

1. Колчеданъ¹. Количество колчедана въ углѣ очень велико и можетъ достигать 10—20% по вѣсу всей массы угля; залегають онъ по преимуществу отдѣльными конкреціями, въ среднемъ достигающими величины кулака, и гораздо рѣже распыленъ въ массѣ угля, замѣщая мельчайшей пылью отдѣльные элементы древесины. По характеру кристаллическихъ сростковъ онъ весьма разнообразенъ, при чемъ можно различать два отдѣльных типа стяженій: въ однихъ, болѣе рѣдкихъ, само стяженіе не имѣетъ

¹ Ср. Земятченскій. I. с., стр. 33.

опредѣленныхъ наружныхъ контуровъ, такъ какъ масса колчедана тонкими прожилками и неправильными выростами проникаетъ въ окружающую массу угля, отъ котораго она съ трудомъ можетъ быть отдѣлена. Въ другихъ, что наиболѣе обычно, конкреція имѣетъ радіально-лучистое строеніе, заканчиваясь красивыми щетками кристалловъ пирита, и легко выпадаетъ изъ массы угля. Какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ внѣшніе признаки и кристаллическая форма опредѣленно говорятъ за *пиритъ*¹, и только въ нѣкоторыхъ тонко-волокнистыхъ стяженіяхъ можно заподозрѣть то взаимное прорастаніе двухъ полиморфныхъ модификацій, о которомъ говоритъ въ своей диссертациі Маръ².

Кристаллы пирита являются исключительно комбинаціями куба и октаэдра въ различномъ относительномъ развитіи и нерѣдко со значительной искаженностью граней и угловъ. Плоскости куба сравнительно рѣдко гладки, обычно онѣ или неправильнаго строенія или явно округлы, по преимуществу благодаря присутствію вициналоидовъ изъ группы плоскихъ пентагональных додекаэдровъ. Путемъ срастанія этихъ округлыхъ граней получается особый видъ конкрецій съ блестящей поверхностью. На нѣкоторыхъ образцахъ наблюдалось очень своеобразное обрастаніе граней куба, благодаря чему сама грань оказывалась въ глубинѣ полой пирамиды, ограниченной гранями октаэдра. Это обрастаніе объясняется тѣмъ, что въ болѣе молодыхъ генерацияхъ кристалловъ преобладаетъ октаэдръ, который и нарастаетъ по ребрамъ гексаэдра³.

Весьма рѣдко внутри конкрецій встрѣчаются пустоты, выстланныя такими же кристалликами пирита, изрѣдка съ ромбоэдрами *кальцита*.

2. Свинцовый блескъ въ работахъ по р. Крупѣ и у Устья на р. Мстѣ встрѣчается весьма часто, при чемъ онъ исключительно приуроченъ къ самымъ конкреціямъ колчедана или частямъ угля, прилегающимъ къ нимъ. Въ открытыхъ работахъ на р. Крупѣ можно иногда замѣтить нѣкоторое преобладаніе его въ верхней части угольного слоя. Вообще, галенитъ встрѣченъ трехъ типовъ: въ большинствѣ образцовъ онъ образуетъ кристаллическіе скелеты или кубические кристаллики, выросшіе на поверхности колчедана, при чемъ обычно отлагается не на свободной поверхности кристалловъ конкреціи, а въ небольшихъ трещинахъ и прожилкахъ колчедана и отчасти въ приле-

¹ Преобладаніе въ угольныхъ слояхъ пирита надъ марказитомъ отмѣчается еще Лоретцомъ. Loretz. Neues Jahrb. 1863. 674.

² A. Mahr. Ueber Schwefelkies und Markasit. Inaug. Dissert. Marburg. 1912. p. 33.

³ Ср. Mahr p. 22.

гающихъ кусочкахъ угля. Ни разу галенитъ не былъ встрѣченъ внутри самого колчедана, какъ составная часть конкреціи одновременнаго происхожденія съ ней. Изрѣдка уплощенные кубики этого минерала (безъ слѣдовъ граней октаэдра) достигаютъ величины 1 сант., при чемъ на большихъ и сильно блестящихъ граняхъ куба наблюдается очень тонкая штриховка и волнистость параллельно ребру гексаэдра.

Два другихъ типа свинцоваго блеска связаны съ самимъ углемъ, хотя тоже приурочены къ ближайшимъ частямъ сѣрнистыхъ конкрецій; въ пныхъ случаяхъ галенитъ какъ бы пропитываетъ массу угля около конкреціи, при чемъ ориентировка его кристалловъ, какъ это видно по блеску, остается параллельной на довольно большомъ протяженіи. На другихъ образцахъ свинцовый блескъ образуетъ тонкія пленки въ трещинахъ угля, изъ которыхъ онъ очень легко выпадаетъ; и въ этомъ случаѣ обнаруживается тѣсная связь его съ пиритомъ, который обычно подстиляетъ эти корочки съ одной стороны. Галенитъ этого горизонта обнаружилъ при химическомъ испытаніи совершенно опредѣленные слѣды *серебра*.

3. Цинковая обманка (марматитъ), какъ выше указано, встрѣчается, повидимому, чаще, чѣмъ это можно было думать при первомъ бѣгломъ осмотрѣ; обычно она образуетъ очень небольшіе кристаллики или сростки съ ясно выраженными двойниками по шпинелевому закону; преобладающей формой помимо неправильно округлыхъ элементовъ ограниченія являются тетраэдры и додекаэдръ. Очень рѣдко образуетъ подобно галениту тонкія черныя пленки на углѣ.

4. Халькопиритъ былъ встрѣченъ только на двухъ образцахъ въ видѣ ничтожныхъ (въ доляхъ миллиметра) кристалликовъ, сидѣвшихъ внутри массы галенита. Химическая проба на мѣдь подтвердила это опредѣленіе.

5. Мальцитъ въ этомъ горизонтѣ рѣдокъ; небольшіе ромбоэдры его или встрѣчаются въ трещинахъ угля или же выстилаютъ небольшія полости внутри колчедана.

6. Гипсъ встрѣчается лишь въ видѣ небольшихъ кристалликовъ въ трещинахъ угля, гдѣ онъ, очевидно, связанъ съ процессами окисленія колчедана.

Горизонтъ нижнихъ песковъ VII.

Этотъ горизонтъ, непосредственно подстилающій верхній уголь въ районѣ Крупы даетъ наиболѣе интересный матеріалъ колчедана и представляетъ въ минералогическомъ и генетическомъ отношеніяхъ особый инте-

ресь. Въ немъ встрѣчены—*пиритъ, галенитъ, сфалеритъ и кальцитъ*, которые приурочены къ конкреціямъ двухъ типовъ:

А. *Сплошныя конкреціи*. Эти конкреціи значительно преобладаютъ надъ вторымъ типомъ, при чемъ они достигаютъ 20 и болѣе пудовъ¹. Форма ихъ весьма прихотливая, неправильная, въ пныхъ случаяхъ шарообразная, цилиндрическая съ шагреновой поверхностью, безъ кристаллическихъ ограниченій на поверхности и лишь изрѣдка съ небольшими кубами пирита. Самъ колчеданъ является цементомъ песчинокъ кварца, которыхъ онъ сплавляетъ внутри конкреціи въ очень плотную массу, а снаружи — въ болѣе рассыпчатую. Въ шлифѣ обнаруживается сплошное зернистое поле колчедана, въ которомъ разсѣяны въ большомъ количествѣ нѣсколько угловатыя зерна кварца и рядъ неправильныхъ углистыхъ включеній².

Общій характеръ этихъ стяженій вызываетъ сравненіе съ исключительно сходными образованіями колчедановъ, описанныхъ разными лицами въ песчаникахъ и детально изученныхъ Б. Доссомъ въ рядѣ работъ о мельниковитѣ³; однако, общій характеръ и свойства этихъ стяженій не даютъ основаній предполагать здѣсь существованіе послѣдняго минерала. Цвѣтъ излома колчедана зеленовато-сѣрый; характерно значительно болѣе быстрое разрушеніе и окисленіе его по сравненію съ конкреціями въ углѣ. Небольшіе кристаллики въ наружныхъ частяхъ заставляютъ относить ихъ, несмотря на цвѣтъ, къ *пириту*⁴.

Большинство этихъ стяженій, изрѣдка намѣчающихъ собой форму древесины, покрыто въ большемъ или меньшемъ количествѣ скопленіями галенита, который подобно пириту цементируетъ зернышки кварца и легко осыпается вмѣстѣ съ послѣдними даже отъ легкаго удара. Иногда эти намазки какъ бы сплошь окутываютъ всю конкрецію⁵, въ другихъ случаяхъ галенитъ скопляется отдѣльными массами на ихъ поверхности, не образуя, однако, нигдѣ ясныхъ кристалловъ⁶.

¹ Алексѣевъ (l. c.) отмѣчаетъ находеніе въ этихъ пескахъ у гор. Боровичей двухъ глыбъ, въ 45 пудовъ каждая. Наибольшія скопленія мною наблюдались у порога Витцы.

² Любопытно отмѣтить, что количество кварца, сильно мѣняющееся въ отдѣльныхъ шлифахъ, въ общемъ образуетъ до половины объема стяженій, или около $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ по вѣсу, что должно значительно понижать цѣнность продукта.

³ Б. Доссъ. Ежегодникъ геол. минер. Россіи. 1911. XIII. 129—146. Zeit. f. pr. Géologie. 1912. XX. 453. Neues Jahrb. f. Mineral. 1912, ВВ. 662—713.

⁴ Согласно указаніямъ П. Земятченскаго (l. c., 27, 33, 34), этотъ типъ конкреціи весьма распространенъ въ нижнихъ пескахъ района (такъ у дер. Сушани и Комаровой).

⁵ Рабочіе называютъ этотъ сортъ колчедана «синимъ».

⁶ Строеніе этихъ галенитовыхъ сростковъ весьма напоминаетъ стяженія свинцоваго блеска въ песчаникѣ Кеммерна и Мехериха въ Эйфелѣ. Ср. A. Stelzner. Die Erzlagerstätten. 1904. I. 426.

В. Гораздо рѣже въ этомъ же горизонтѣ встрѣчаются *куски древесины*, превращенные въ сплошной колчеданъ, но со свободными полостями внутри. Эти образцы характеризуются красивыми друзами кальцита, шпирита, галенита и сфалерита. Послѣдній минералъ въ этомъ случаѣ преобладаетъ надъ свинцовымъ блескомъ, образуя почти черные блестящіе кристаллики до 3 мм. длины съ ясными формами додекаэдра и тетраэдровъ и обильнымъ образованіемъ двойниковъ по шпинелевому закону.

Пиритъ образуетъ въ этихъ полостяхъ щетки золотистыхъ октаэдровъ, при чемъ преобладаніе этой формы надъ кубомъ весьма характерно для этого горизонта въ отличіе отъ горизонта IV.

Горизонтъ нижнихъ глинистыхъ песковъ VIII.

Этотъ горизонтъ извѣстенъ мнѣ лишь въ районѣ города Боровичей, гдѣ работаютъ на глину три штольни (по лѣвому берегу Мсты противъ спичечной фабрики).

Въ массѣ глинистаго песка, подстилающаго сѣроватую глину, идущую для нуждъ гончарныхъ заводовъ, встрѣчаются конкреціи нѣсколькихъ типовъ: однѣ состоятъ изъ небольшихъ горошинъ колчедана и сферосидерита, цементирующихъ песокъ на подобіе горизонта VII. Массы этихъ горошинъ обычно спаены болѣе или менѣе рыхлымъ пескомъ и въ рѣдкихъ случаяхъ образуютъ болѣе плотныя скопленія, называемыя рабочими «опокой». Другой типъ образованій менѣе частъ и заключается въ цилиндрически удлиненныхъ тѣлахъ, снаружи сохранившихъ еще нѣсколько структуру древесины и достигающихъ 20—30 сантиметровъ длины. Эти образованія состоятъ по преимуществу изъ сферосидерита, нѣсколько глинистаго и цементирующаго песчинки кварца; внутри стяженій обычно наблюдаются полости, выстланныя рядомъ минеральныхъ тѣлъ¹.

Наружная корка сидерита прорѣзана трещинками, заполненными колчеданомъ или намазками свинцоваго блеска. Эти трещинки на поверхности иногда расширяются въ небольшія полости, которыя заполнены этими минералами и нерѣдко покрыты небольшими скопленіями угля. Эти же прожилки внутри стяженій переходятъ въ рядъ очень красивыхъ кристаллическихъ корокъ и друзъ, въ которыхъ можно намѣтить слѣдующую послѣдовательность кристаллизаціи:

¹ Нельзя не отмѣтить поразительнаго сходства этихъ образованій съ конкреціями въ кровлѣ угля Zwischau. См. Perl. Neues Jahrbuch f. Mineral. 1833. 309.

плотный сидеритъ

ширитъ I

желтая корочка очень мелкихъ кристалловъ сидерита

ширитъ II, отдѣльными кристаллами, и галенитъ

кальцитъ острыми ромбоэдрами, пригупленными тупымъ ромбоэдромъ $\{10\bar{1}2\}$.

Особый интересъ, конечно, въ этихъ стяженіяхъ вызываетъ галенитъ, кристаллы котораго $\{100\}$ и $\{111\}$ достигаютъ величины 6 мм., а кристаллическія массы его до 1 куб. сант.; эти кристаллы свободно выстилаютъ полости стяженій и, по произведенной мною химической пробѣ съ 2 гр. вещества, не обнаруживаютъ замѣтнаго содержанія серебра. Цинковой обманки въ этомъ горизонтѣ не обнаружено.

Горизонтъ нижняго угля IX.

Этотъ горизонтъ въ описываемомъ мною районѣ обнаруживается исключительно въ шахтѣ у Устья; колчеданъ въ немъ болѣе рѣдокъ, чѣмъ въ верхнемъ углѣ, но обладаетъ совершенно тождественными признаками. Ср. стр. 1571. Въ сравнительно небольшомъ матеріалѣ, который мнѣ удалось видѣть изъ этого горизонта, обнаруживается присутствіе свинцоваго блеска, хотя и въ нѣсколько меньшемъ количествѣ.

5. Заключение.

Такимъ образомъ, въ подтвержденіе старыхъ указаній Georgi свинцовый блескъ встрѣчается въ окрестностяхъ города Боровичей, при чемъ его распространеніе не ограничивается отдѣльными случайными пунктами или горизонтами (см. карточку на стр. 1566, гдѣ нахождение свинцоваго блеска отмѣчено крестиками). Къ сожалѣнію, отсутствіе специальныхъ работъ по добычѣ колчедана въ сосѣднихъ районахъ не позволяетъ пока отвѣтить на вопросы, связано ли присутствіе этого металла со всей областью распространенія боровичскихъ угольныхъ слоевъ, встрѣчается ли онъ и въ угольныхъ горизонтахъ Шереховичской мулды и западныхъ склоновъ Валдайской возвышенности. На эти вопросы, весьма важные для геохими-

ческаго изслѣдованія этой части каменноугольныхъ отложеній Россіи, могутъ отвѣтить лишь послѣдующія изслѣдованія¹.

Стратиграфически *свинцовый блескъ* приурочивается къ строго опредѣленнымъ горизонтамъ, при чемъ оный оказывается связаннымъ съ четырьмя слоями: съ верхнимъ углемъ, гдѣ оный преобладаетъ въ верхнихъ частяхъ, съ подстилающими песками, съ глинистыми прослойками этихъ песковъ и съ нижнимъ углемъ, т. е. съ опредѣленной серіей породъ, мощностью въ 3 — 5 сажени. Всюду оный является тѣсно связаннымъ генетически съ колчеданомъ, являясь болѣе поздней генераціей на послѣднемъ, и только въ конкреціяхъ глинистопесчаного горизонта оба эти минерала свободно и болѣе или менѣе одновременно выкристаллизовались въ полости древесиныъ. Ясные слѣды *серебра* обнаружилъ галенитъ изъ верхняго угля. Значительно болѣе ограниченнымъ является распространеніе *цинка* и *мѣди*, соединенія которыхъ въ сравнительно ничтожныхъ количествахъ связаны исключительно съ верхнимъ углемъ и подстилающими его песками.

Мало обычный типъ распространенія сѣрнистыхъ соединений свинца, серебра, цинка и мѣди и совершенно опредѣленная связь ихъ съ угольными горизонтами неизбѣжно поднимаетъ болѣе широко вопросъ о причинахъ *возникновенія этихъ образований*.

Остановливаясь на этомъ вопросѣ, мы прежде всего можемъ отмѣтить, что приуроченность сѣрнистыхъ соединений тяжелыхъ металловъ къ угольнымъ горизонтамъ представляется довольно обычнымъ явленіемъ, при чемъ различными авторами приводится длинный списокъ находокъ галенита и сфалерита въ углѣ. Эти указанія по большей части сведены у Лоретца², который въ своей сводкѣ указываетъ на преимущественное распространеніе въ углѣ свинцоваго блеска (районы Саарбрюкена, Силезіи, Дербишира и Домброва) и болѣе рѣдкое нахожденіе халькопирита, сфалерита и соединений сурьмы и мышьяка. Аналогичныя указанія мы находимъ и у другихъ авторовъ³, при чемъ приуроченность сѣрнистыхъ соединений свинца и цинка къ остаткамъ древесины нерѣдко приводитъ къ образованію правильныхъ псевдоморфозъ⁴

¹ Несомнѣнно, что напрашивается также вопросъ, не присутствуютъ ли свинецъ и его спутники въ угольныхъ слояхъ южныхъ частей Московскаго бассейна, въ Тульской, Калужской и Рязанской губерніяхъ?

² H. Loretz. Ueber die in fossilen Brennstoffen vorkommenden Mineralien. Neues Jahrb. 1863. 674 — 675, 681.

³ Ср. A. Lacroix. Minéral. de la France. 1896 — 1897. I. 504, 586. De-Launay. Les gites métallifères. Par. I. 232. Ф. Гебауеръ (Горн. Журн. 1889. I. 354), отмѣчаетъ распространность цинковой обманки въ слояхъ каменноугольной системы.

⁴ Blum. Die Pseudomorph. d. Mineralr. 1847. I. Nachtrag. 208, 209. Nachtrag. II. 1852. 128 — 129. Nachtrag. IV. 1879. 178.

галенита и сфалерита по растительнымъ организмамъ. Аналогично описаннымъ мною образцамъ, соединенія цинка и свинца въ углѣ весьма часто связаны съ конкреціями сферосидерита и почти всегда сопровождаются стяженіями колчедана¹. Сходство этихъ мѣсторожденій съ описываемыми не ограничивается минералогическимъ характеромъ скопленія, а заключается еще въ принадлежности ихъ къ одному и тому же геологическому періоду, но лишь различнымъ отдѣламъ. Почти всѣ указанія Западной Европы падаютъ вообще на отложенія каменноугольнаго возраста, чѣмъ намѣчается весьма интересная хронологическая зависимость².

Гораздо сложнѣе является вопросъ о томъ, какъ объяснить присутствіе слѣдовъ тяжелыхъ металловъ въ угольныхъ горизонтахъ или связанныхъ съ ними скопленіяхъ осадочнаго колчедана? Вопросъ этотъ до настоящаго времени въ работахъ различныхъ авторовъ рѣшается различно.

Loretz (l. c.) въ своей сводкѣ прямо относитъ соединенія свинца и цинка въ углѣ къ позднѣйшимъ инфильтраціямъ въ связи съ жильными или гидротермальными процессами; къ близкой точкѣ зрѣнія подходитъ и De-Launay, тогда какъ Lascoix высказывается болѣе осторожно, хотя весь списокъ приводимыхъ имъ мѣсторожденій галенита въ углѣ не даетъ увѣренности въ сингенетическомъ накопленіи сульфидовъ. За позднѣйшую инфильтрацію въ осадочныя породы высказывается даже Stelzner, который съ другой стороны широко допускаетъ образованіе осадочныхъ скопленій колчедана³.

На нѣсколько другой точкѣ зрѣнія въ этомъ вопросѣ стояли Kohler и Doss, которые прямо высказываются за возможность сингенетическаго накопленія сульфидовъ тяжелыхъ металловъ въ осадочныхъ породахъ путемъ процессовъ восстановительнаго характера, адсорбціи, жизнедѣятельности микроорганизмовъ и т. д.⁴.

Однако, особенно интересными являются въ этомъ направленіи работы

¹ Perl. Neues Jahrbuch. 1833. 309. Schnorr. Neues Jahrbuch. 1874. 631. Traube. Mineralien Schlesiens. Br. 1888. 93. Ф. Ребауеръ, l. c. 355.

² Эта приуроченность соединеній свинца, отчасти и цинка къ каменноугольнымъ отложеніямъ тѣмъ болѣе интересна, что позднѣе, въ триасѣ, намѣчается новый періодъ обогащенія, преимущественно известковыхъ породъ этими металлами. Ср. галенитъ на горѣ Богдо, Астраханской губ.

³ A. Stelzner u. Bergeat. Die Erzlagerstätten. Leipz. 1904. I. 264, 360 — 361, 438. Zeit. f. pr. Geologie. 1907. 386.

⁴ Kohler. Zeit. f. pr. Geologie. 1903. 49 — 59. Б. Доссъ. Ежегодн. геол. минер. Россіи. 1911. XIII. 129 — 146. В. Doss. Zeit. f. prakt. Geologie. 1912. XX. 453.

Dieulafait¹, который по отношенію къ цинку далъ цѣлую геохимическую картину распространенія и совершенно опредѣленно указалъ на накопленіе этого металла въ каменноугольныхъ отложеніяхъ и соленосныхъ слояхъ триаса. Dieulafait при этомъ высказывался за сингенетическое накопленіе этого металла изъ морскихъ водныхъ растворовъ путемъ вторичной концентраціи. Огромный матеріалъ по этому же вопросу накопился и въ американской литературѣ, при чемъ весьма любопытнымъ является указаніе Robertson'a на нахожденіе свинца, цинка и мѣди въ известнякахъ силурійскаго и нижнекаменноугольнаго возраста².

Несомнѣнно, что чисто минералогическое или геохимическое рѣшеніе этого вопроса не могло быть дано на основаніи тѣхъ данныхъ и наблюденій, что имѣлись для Западной Европы, такъ какъ большинство угленосныхъ бассейновъ Запада приурочено къ областямъ съ сильно нарушенной тектоникой и широко распространенными рудными процессами жильнаго типа.

Въ этомъ отношеніи описываемое мѣсторожденіе даетъ несомнѣнно болѣе убѣдительный матеріалъ; отсутствіе рѣзкихъ дислокаціонныхъ и особенно дизъюнктивныхъ явленій въ этой области, полное отсутствіе слѣдовъ какихъ-либо процессовъ гидротермальнаго характера, наконецъ, отдаленность этого района отъ областей съ рудными жилами — все это не даетъ возможности говорить о какой-либо *непосредственной* инфильтраціи и позднѣйшемъ проникновеніи гидротермальныхъ жильныхъ растворовъ *снизу*.

Для освѣщенія генетическихъ соотношеній необходимо прежде всего обратить вниманіе на двѣ основныхъ черты, типичныхъ для всего изслѣдованнаго района. Съ одной стороны наблюдается несомнѣнная связь между накопленіями сѣрнистыхъ соединений тяжелыхъ металловъ и остатками древесины и углемъ, т. е. съ растительными веществами, съ другой — бросается въ глаза концентрированіе этихъ же соединений исключительно на поверхности стяженій колчедана. Если первый фактъ говорить за то, что процессъ обугливанія древесины долженъ былъ играть роль при осажденіи сульфидовъ, то второй намѣчаетъ время этого процесса — *послѣ* или *въ послѣдніе моменты* формированія конкрецій. Такимъ образомъ намѣчается образованіе интересующихъ насъ скопленій, какъ процессъ несомнѣнно связанный или съ химизмомъ того морского или мелководнаго бассейна, который не-

¹ Dieulafait. Ann. chim. phys. 1880 (5). XXI. 267. Comptes Rend. 1880. 90. 1573; 96. 1883, p. 70; 101. 1885, p. 1297.

² Clarke. Data of geochemistry. Wash. 1903. 582 и слѣд. Ср. также Гебауеръ, I. с. Ср. Pirsson (Econom. geology. Ch. 1915. X. 180 — 186), который объяснял скопленія этихъ металловъ путемъ вулканическихъ эманаций.

посредственно положилъ начало описанной свитѣ породъ, или же тѣхъ водныхъ бассейновъ, которые покрывали его въ позднѣйшее время, и воды которыхъ могли проникать въ нижележащія слои. Въ первомъ случаѣ накопленіе сѣрнистыхъ соединений явилось бы *сингенетическимъ* и связано было бы, можетъ быть, съ процессами діагенеза, во второмъ оно должно было бы быть отнесеннымъ къ *эпигенетическимъ*, хотя можетъ быть принадлежало бы по времени только нѣсколько болѣе позднимъ моментамъ въ отложеніи каменноугольной свиты¹.

Трудно сейчасъ отдать предпочтеніе тому или иному объясненію, хотя, несомнѣнно, первое имѣетъ за собою то, что объясняетъ пріуроченность отдѣльныхъ металловъ къ строго опредѣленнымъ слоямъ. Принятіе же второго предположенія заставляетъ искать отвѣтъ на это въ особенностяхъ петрографическаго или химическаго ихъ состава, такъ какъ въ этомъ случаѣ весь процессъ сводится къ прониканію позднѣе водныхъ растворовъ съ соединениями тяжелыхъ металловъ и къ задерживанію послѣднихъ въ тѣхъ или иныхъ слояхъ. На какомъ бы объясненіи мы не остановились, особый интересъ вызываетъ постоянная связь галенита съ угольнымъ веществомъ съ одной стороны и со скопленіями колчедана съ другой. Тонкія пленки галенита на колчеданѣ не исключаютъ возможности допущенія не столько химическаго вліянія пирита на протекающіе растворы, сколько явленій электролитическаго воздѣйствія, что, несомнѣнно, можетъ имѣть мѣсто въ слабыхъ растворахъ.

Но помимо этихъ частныхъ, описанное мѣсторожденіе, повидимому, заставляетъ болѣе широко смотрѣть на связь скопленій Pb, Ag, Zn, Cu съ тѣми процессами, которые въ другихъ частяхъ Евразіи происходили въ этотъ же геологическій періодъ. Эта связь² сдѣлается намъ еще болѣе очевидной, если мы вспомнимъ, что именно къ каменноугольному періоду относятся наиболѣе крупныя тектоническія измѣненія въ области Герцинской

¹ Любопытно въ этомъ отношеніи привести слова Гебауера, описавшаго пластовое цинковое мѣсторожденіе Каменской дачи (I. с. стр. 358): «изъ этого выходитъ, что цинковая руда, какъ постоянный спутникъ пласта, обладаетъ какъ бы пластовымъ характеромъ, сопровождая пластъ угля по всѣмъ его извилинамъ, какъ по простиранію, такъ и по паденію, или, другими словами, что появленіе этой руды въ Каменскомъ участкѣ каменноугольныхъ осадковъ восточнаго склона Урала совпадаетъ съ періодомъ образованія этихъ осадковъ данной мѣстности».

² Возможность такой связи геологической обстановки съ прослойками ратовкита была указана въ преніяхъ при обсужденіи происхожденія этого тѣла проф. А. Павловымъ и подробно была обоснована акад. А. Карпинскимъ, чѣмъ мнѣ было данъ толчокъ къ нѣкоторымъ приводимымъ здѣсь предположеніямъ.

системы и Уральскаго хребта, и что именно въ связи съ этими дислокаціями находится образованіе богатыхъ рудныхъ жилъ съ соединеніями серебра, цинка и свинца въ цѣломъ рядѣ мѣстностей (Бельгія, Гарцъ, Нагольный кряжъ, восточный склонъ Урала и т. д.). Обогащеніе водъ и бассейновъ на широкое пространство растворимами солей этихъ металловъ находятъ себѣ несомнѣнное объясненіе въ этихъ фактахъ¹.

Боровичи.
Августъ. 1915.

¹ Возможно допустить существованіе нѣкоторой генетической связи между описываемыми мѣсторожденіями и прослойками ратовкита въ нижней части Московскаго яруса (А. С. Сергѣевъ. Изв. Ак. Наукъ. 1912. 289. А. Сергѣевъ. Отчетъ объ изслѣдованіи ратовкита. Труды Геол. Музея Ак. Наукъ (въ печати)), хотя въ районѣ Боровичей между угольными горизонтами и самимъ основаніемъ Московскаго яруса, гдѣ залегаетъ ратовкитъ, необходимо признать существованіе весьма мощной серіи известняковъ. Эта связь является тѣмъ болѣе интересной, что Эйхвальдомъ указывалось присутствіе ратовкита въ Боровичскихъ породахъ. См. Э. Эйхвальдъ. Ориктогн. преимущ. по отношенію Россіи. 1844. С.-Пб. 333.