

Л. В. Пустовалов

## О генезисе Липецких железных руд<sup>1</sup>

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом)

Месторождения железных руд Центрального района с каждым годом привлекают к себе все большее и большее внимание. В самое последнее время интерес к ним особенно возрос в связи с предполагаемой постройкой Липецкого и Тульского металлургических гигантов, сырьевой базой которых должны будут явиться местные руды, приуроченные, как известно, к осадочным породам.

Производимая в настоящее время Московским районным геолого-разведочным управлением промышленная разведка железных руд района г. Липецка и Тулы, а также предшествующие работы по исследованию названных руд, накопили весьма обширный и весьма ценный материал для разрешения многих вопросов как чисто практического, так и научного порядка, связанных с месторождениями железных руд Центрального района. Нет сомнения, что обработка собранных фактических данных привлечет к себе в будущем не одного работника: настолько обширен, разнообразен и интересен имеющийся уже сейчас материал.

На следующих страницах я попытаюсь изложить свой взгляд на генезис Липецкого месторождения железных руд, как он мне рисуется на основании фактического материала, изложенного в работах предшествующих авторов и в связи с незаконченной, очевидно, статьей покойного проф. Я. В. Самойлова, которая публикуется одновременно с настоящей работой. На рассмотрении условий образования именно Липецких руд я остановил свое внимание потому, что по отношению к ним имеется наибольшее количество уже опубликованного материала, а также материала, который был для меня доступен.

Правильное установление генезиса месторождений полезных ископаемых помимо своего высокого научного интереса имеет, как известно,

<sup>1</sup> Доложено в заседании Научно-исследовательского института минералогии и петрографии при I Моск. гос. университете 10 мая 1930 г.

также и большое практическое значение для ведения дальнейших разведочных работ и оценки месторождения.

Выступление с предлагаемой статьей мне кажется тем более своевременным, что исследование Липецкого железорудного района еще не закончено и, следовательно, в процессе предстоящей в ближайшем будущем работы может быть подобран специальный материал, который докажет или опровергнет излагаемые ниже построения или же внесет в них те или иные исправления и дополнения.

Для того, чтобы правильно подойти к решению вопроса о генезисе железных руд Липецкого района, необходимо прежде всего исходить из данных геологического строения района и из наблюдений над условиями залегания руды. На следующих страницах мы попытаемся дать представление о том и другом; с этой целью мы используем те многочисленные фактические данные, которые приводятся различными исследователями Липецкого железорудного района в их многочисленных работах. Всюду, где только будет это возможно, мы будем приводить их дословное описание.

Для удобства мы начнем свое рассмотрение с самых древних пород, как это делают в своей работе Б. Н. Семихатов и Т. Н. Давыдова (7<sup>1</sup>). По понятным причинам особое внимание мы остановим на рассмотрении рудной толщи. Вполне естественно, что наибольший интерес для нас будут представлять петрографические особенности тех или других образований (см. фиг. 1).

### Девонская система

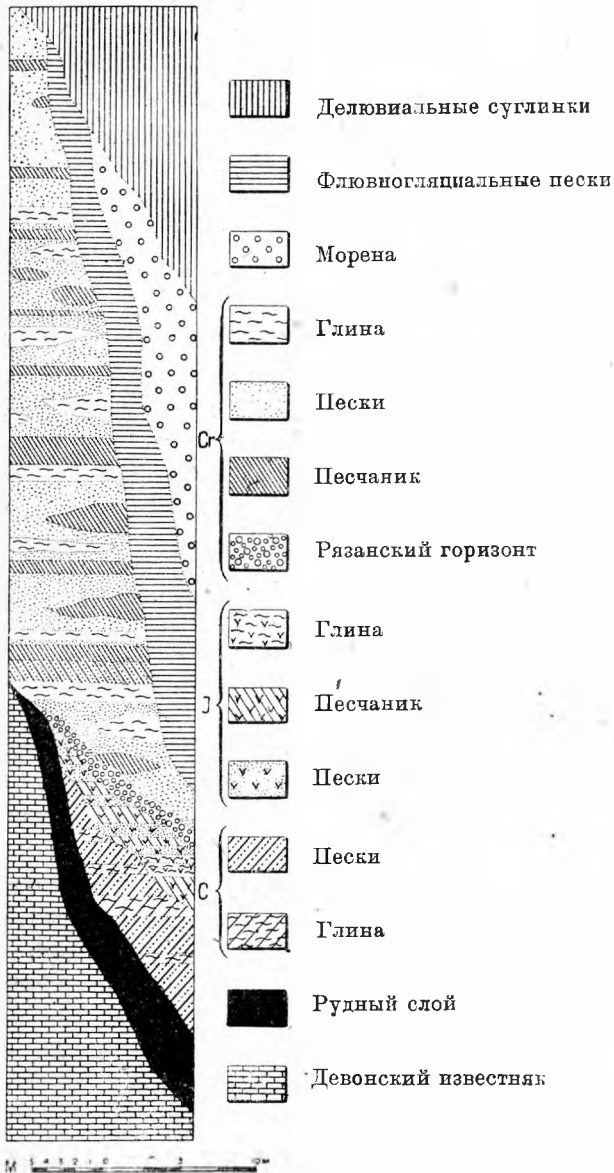
В пределах Липецкого района „распространены известняки верхнего отдела девонской системы. Эти известняки светлосерые, светложелтые, реже белые, толстослоистые, иногда тонкослоистые, содержат рыхлые, желтые, мергелистые включения в виде неправильных пятен. Вследствие такого неоднородного строения, при выветривании эти известняки дают характерную конгломератовидную поверхность. Местами встречаются прослой и включения серого кремня. В известняках в изобилии встречаются членики морских лилий. Весь комплекс фауны характерен для Елецкого горизонта“ (7).

Поверхность известняков „почти во всех случаях совершенно сглаженная и покрыта мучнистой, мергелистой рыхлой породой, мощностью не больше 2—4 см, которая в свою очередь... покрывается тонкополосчатой вязкой, коричневожелтой, иногда зеленоватой глиной. Эта глина почти

<sup>1</sup> Ссылки на приведенный в конце статьи список цитированной литературы.

Геологическая схематическая сводная колонка отложений  
Липецкого района.

(По Б. Семихатову и Т. Давыдовой).



Фиг. 1.

всегда подстилает рудную толщу, другими словами, она находится между известняком и рудой. Во многих случаях она залегает на известняке при отсутствии рудной толщи. Полосчатые глины облекают неровную поверхность известняков, налегая ровным слоем как на горизонтальных, так и на круто наклонных поверхностях" (5).

Поверхность известняков „имеет неровный бугристый характер; имеются отдельные выступы и впадины с разницей в отметках на коротких расстояниях до 10 м" (5).

Разница в абсолютных отметках поверхности известняков достигает для всего Липецкого района 45.9 м, для отдельных же разведанных участков она колеблется в пределах от 14.5 м до 38.7 м (5).

„Известняки разбиты сравнительно широкими глубокими трещинами, наполненными глинисто-песчаной породой с обломками железистого песчаника, бурого железняка и известняка, т. е. породами из слоев, перекрывающих известняки" (5).

„Иногда наблюдается оруденение известняка, которое выражается тем, что цвет известняка с поверхности сильно охристый, иногда даже с корками бурого железняка. Ниже желтобурый цвет постепенно светлеет и переходит в обычный светлосерый. Оруденение известняка обычно наблюдается под рудной толщей" (5).

### Железные руды

„В пределах разведанной площади Липецкого района на неровной поверхности известняков залегает обычно рудная толща, представленная бурыми железняками двух типов: I тип — сплошные бурые железняки, включающие линзы и неправильные, выклинивающиеся прослои мелкозернистых, желтых, слюдястых и более грубозернистых железистых песков. II тип — вкрапленные руды — представляют отдельные жёды бурого железняка, включенные в мелкозернистые, желтые, слюдястые пески и охристые глины".

„Бурые железняки и рудосодержащие глины и пески налегают на слабо измененный, сглаженный с поверхности известняк", который обычно отделяется от рудного слоя „тонким слоем бурой, тонкослоистой глины, в среднем около 0.1 м толщиной, обволакивающей его поверхность" (7).

„Рудная толща в большинстве случаев подстилается тонкой глиной бурого, серого или сероватозеленого цвета толщиной от 1 см и до 20 см, а в некоторых шурфах даже до 35 см" (6).

„Гораздо реже в Липецком районе наблюдается постепенный переход от бурых железняков и охристых глин, через буроватожелтую глинисто-известковую породу и затем через массу разъеденных рыхлых

кусков желтоватобелого известняка, к неизмененному плотному известняку" (7).

„Руда представлена почти исключительно бурым железняком. В большинстве случаев основной частью рудного слоя является «жеода». Этим неправильным термином издавна называются отдельные образования, внутри пустые. Величина и форма их до чрезвычайности разнообразны. Встречаются жеоды шаровидные, эллипсоидные, удлинённые и в виде остроугольных обломков... Размер жеод бывает от мелких и до метра в поперечнике. Обычно размеры жеод не превышают 5—10 см" (6).

„В некоторых случаях полости жеод выполнены почти нацело желтовато-глинистой породой, охристой глиной или белым рыхлым веществом". В шурфе № 90 на XIII Сырском разведочном участке встречены жеоды, наполненные светлосерым, чистым, среднезернистым песком (6).

„Встречаются также жеоды с концентрическим строением. В таких жеодах концентры бурого железняка чередуются с концентрическими глинистыми. Иногда концентры бурого железняка постепенно переходят в концентры сильно железистого песчаника" (6).

По наблюдениям геолога Карманова „часто жеоды с полостью внутри имеют концентрическое строение, где тонкие концентры бурого железняка чередуются с концентрическими глинистой породы". В некоторых случаях удавалось наблюдать жеоды, имеющие „концентрическое строение, где чередуются концентры бурого железняка до 0.5 см с концентрическими глинистыми до 0.4 см" (6).

„По характеру залегания бурые железняки... делятся на два типа: в одном случае мы имеем одну сплошную толщу плотно сцементированных жеод бурого железняка, до 4 м мощности" (7). Это так называемые сплошные руды. „В этой сплошной массе бурого железняка довольно часто наблюдаются линзы и неправильные прослойки мелко- и среднезернистых песков желтого и серого цветов, протягивающиеся на десятки метров. В рудной толще встречаются угловатые кремни" (7).

„Более или менее однородное строение «сплошных» руд нарушается вторжением в рудную толщу вышележащих песков. Обычно эти пески вдаются в слой бурого железняка в виде длинных языков и карманов и забираются вглубь рудной толщи по трещинам в различных направлениях" (7).

„В шахте № 3 на Сырском руднике приходилось наблюдать, как рудный горизонт отделяется слоем песка от нижележащего девонского известняка на протяжении 20—25 м. Пески эти большей частью мелкозернистые, слюдистые, местами железистые, имеют желтосерый цвет и переходят в более крупные разности, большей частью железистых песков и охристых глин. Для этой толщи характерным является неправильная слоистость, в общем следующая неровной поверхности девонских известняков" (7).

„Второй тип рудной залежи... это так называемые «вкрапленные» руды... Здесь мы имеем большее или меньшее количество отдельных жеод бурого железняка, включенных в охристую, песчаную, песчано-глинистую или глинистую массы. Здесь также встречаются куски кремня... Интересно отметить, что жеоды обычно являются цельными и лишь изредка встречаются их обломки. — Количество жеод обычно колеблется в значительных пределах. Иногда в разрезе наблюдаются лишь единичные жеоды в песчаной или в песчано-глинистой массе; местами же мы имеем преобладание жеод бурого железняка и песчано-глинистая масса лишь заполняет промежутки между ними. — Следует отметить, что песчаная и песчано-глинистая толща, включающая жеоды бурого железняка, почти везде обнаруживает неправильную слоистость, постоянное выклинивание прослоек песков и глин“ (7).

„Вкрапленные руды сильно варьируют в отношении количества вкрапленников бурого железняка и являют незаметные переходы от сплошных жеодистых руд к вкрапленным рудам с настолько убогим содержанием вкрапленников, что они должны быть отнесены к признакам руды“ (6).

В шурфе № 167 на XIII Сырском участке в красном буром песке обнаружены на ряду с целыми жеодами „отдельные осколки жеод“; в шурфе № 206 при спокойном, горизонтальном залегании пород обнаружена в средней толще рудного горизонта „сплошная черепковая руда, состоящая из обломков жеод бурого железняка, среди которых изредка встречаются целые жеоды“ (3).

„Вкрапленные руды имеют значительно большее распространение, чем сплошные. Признаки же руд, выраженные породами с очень редкими вкрапленниками бурого железняка, встречаются почти повсюду“ (6).

„Рудная свита лишь в редких случаях выражена одними сплошными рудами. Обычно в одном и том же разрезе имеются сплошные и вкрапленные руды. Часто рудная толща состоит из одних вкрапленных руд“. „Переход вкрапленных руд в сплошные в вертикальном направлении, т. е. в одном и том же разрезе, наблюдается во многих случаях. Большею частью сплошные руды залегают в верхней части рудной толщи. Иногда, но сравнительно редко, сплошная руда залегает в середине или в основании рудной толщи“ (6) (см. фиг. 2).

„В вертикальном направлении рудная толща редко сохраняется одинаковой. Во многих местах вверху рудной толщи залегает слой сливной руды, ниже следуют жеодистые руды, которые далее книзу переходят во вкрапленные. Такие случаи, где сливная руда прослеживается от кровли и до почвы, т. е. до известняков, наблюдаются редко“ (6).

В шурфе № 111 на XVI Подгоринском участке обнаружен слой сплошной руды, отделенный от „сильно оруденелого“ известняка тонкой прослойкой зеленоватосерой глины (6).

„Необходимо отметить крайне причудливый и капризный характер залегания“ железных руд (7).

„Не говоря уже о резкой смене характера залегания руд на всей разведанной площади, следует заметить, что и в пределах небольших гнезд наблюдается быстрое и резкое изменение в характере залегания и мощности бурых железняков. Приходилось наблюдать, как на незначительных расстояниях (в пределах 5—10 м) выклинивается гнездо «сплошного» бурого железняка, сменяясь так называемыми «вкрапленными» рудами или породами совсем без руды. Наоборот, штреки, идущие до 20 м в сторону от «пустого» шурфа, встречают гнезда сплошного бурого железняка“ (7).

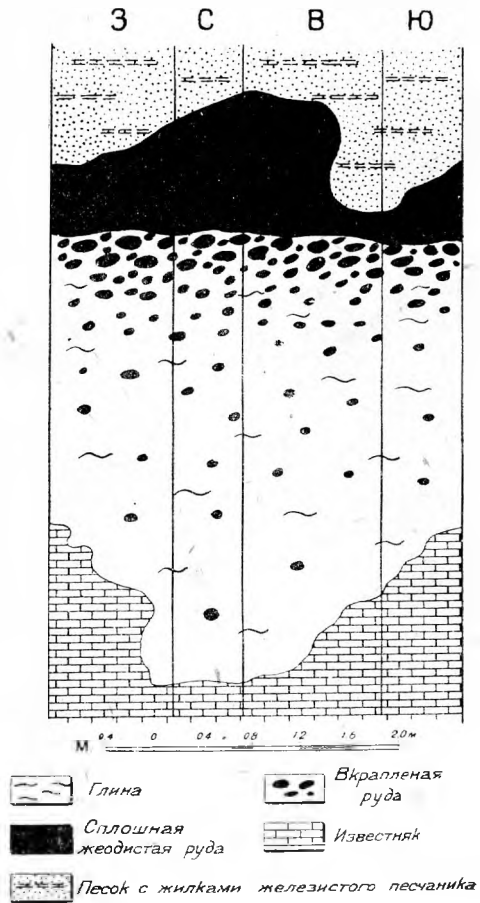
„Возможен на коротком расстоянии в горизонтальном направлении переход сплошных руд во вкрапленные и наоборот — вкрапленных руд в сплошные“ (6).

„Кроме сплошных и вкрапленных руд встречаются местами руды переотложенные. Тип этих руд еще недостаточно изучен. Выяснено, что вместе с целыми жеодами наблюдаются куски древнего железистого песчаника по виду каменноугольного возраста“ (6).

„Во многих местах наблюдается перемещение руд по трещинам (в известняке). В таких случаях в трещинах прослеживается глинистая, песчано-глинистая или песчаная порода, в которой рассеяны как целые жеоды, так, главным образом, их обломки“ (6).

„Месторождение представлено неправильными, иногда пластообразными линзами бурого железняка“ (4).

„Сплошные и богатые вкрапленные руды образуют местами обширные пластовые рудные залежи, объем которых измеряется миллионами



Фиг. 2.

Развертка шурфа № 56 на Ленинском разведочном участке (по И. Никшичу и Д. Покровскому).

тонн. Максимальная длина таких гнезд достигает 2 км при ширине до 600 м. Мощность колеблется от 0,5 м. до 7 м<sup>4</sup> (6).

„В распределении рудных залежей до настоящего времени не видно никакой закономерности. В очертаниях и размерах рудных залежей не наблюдается никакой закономерности. Наряду с мелкими гнездами разведками обнаружены в районе г. Липецка... крупные гнездовые месторождения бурого железняка“ (4).

„Пески так называемых «вкрапленных» руд и пески, включенные так или иначе в толщу «сплошных» бурых железняков, отнесены“ Б. Н. Семихатовым и Т. Н. Давыдовой „к угленосному ярусу, так как в ряде шурфов они покрывались типичной сланцевой глиной С<sub>1</sub><sup>бв</sup>“ (7).

### Каменноугольная система

„На неровной поверхности девонских известняков налегают осадки угленосного яруса, выраженные темносерыми, желтыми, зеленоватыми, светлосерыми, сланцеватыми глинами с углистыми включениями и остатками растений. Глины эти переслаиваются с белыми, серыми, желтыми, мелкозернистыми слюдистыми и железистыми песками. Изредка встречаются прослой железистых песчаников“.

„Находки *Lepidodendron* в этих глинах близ г. Липецка и местами полное сходство их по литологическому составу с глинами каменноугольного возраста классических разрезов у с. Мураевни (Зеркальный овраг) позволяют отнести описанные породы к угленосному ярусу... До настоящего времени эти темные глины относились к нижнему мелу“ и данные Б. Н. Семихатова и Т. Н. Давыдовой „таким образом вносят принципиальные изменения в стратиграфию района“.

„Обычно угленосные пески и глины залегают в углублениях на неровной поверхности девонских известняков, резко меняются в мощности и в большинстве случаев деформированы древними оползнями“.

„Иногда каменноугольные породы представлены одними песками, которые, как упоминалось выше, неправильными языками и карманами вдаются в рудную толщу. Пески и глины угленосного яруса местами налегают на толщу бурых железняков, местами же непосредственно подстилаются слабо измененными с поверхности девонскими известняками“.

„Распространение угленосных пород, в силу особенностей их залегания, наблюдается обычно в виде отдельных островов и пятен... Довольно большая площадь, занятая карбоном, обнаружена разведкой на Аршанском участке, где мощность его достигает 8 м<sup>4</sup> (7).



### Юрская система

„В основании юрских пород залегает конгломерат из фосфоритовых галек, включенных в большом количестве в охристую железистую глину, переходящую местами в глинистый бурый железняк. Крупные и мелкие (0.05—0.10 м) твердые, темносерые в изломе, слабо песчанистые гальки, местами одеты железистой коркой, которая иногда отсутствует... Наряду с фосфоритовыми гальками встречаются гальки светлого и темного кремня“.

Б. Н. Семихатов и Т. Н. Давыдова считают „фосфоритовый конгломерат за следы осадков вижнекекловейского моря“.

„Слой конгломерата залегает обычно на неровной поверхности известняков или рудной толщи и гораздо реже перекрывает породы угленосного яруса. Мощность — до 0.6 м“.

„Распространение фосфоритового конгломерата незначительно“.

„Выше залегают желтобурные, темножелтые, мелкозернистые, слюдистые пески с прослоями, конкрециями и линзами мелкозернистого, иногда слюдистого, железистого песчаника. В песчаниках найдены отпечатки двустворок. Максимальная видимая мощность этой свиты — 10 м... Распространение железистых песчаников и песков незначительно“.

„Выше залегают коричневобурные, темножелтые, редко краснобурные, глинистые, железисто-оолитовые песчаники, переслаивающиеся с рыхлыми зеленоватобурными оолитовыми глинами. Толща эта содержит прослой и отдельные конкреции из оолитового мергеля, округлой и продолговатой формы. В таких конкрециях в 60 км к северу от Липецка найдены прекрасной сохранности аммониты“... „Весь комплекс фауны определенно указывает на среднекекловейский возраст описанных пород. Мощность оолитовых песчаников и глин — 15 м“.

„Юрские осадки пользуются в исследованном районе несплошным распространением, образуя ряд более или менее значительных островков; такие островки обнаружены на всех разведочных участках“ (7).

### Нижнемеловая система

$C_{11}^{Rs}$ . „В основании нижнего мела залегает конгломерат рязанского горизонта, состоящий из разнородных фосфоритовых галек, включенных в зеленоватобурый, желтобурый и коричневый, разнозернистый железистый песчаник. Одни из галек сильно выветрелые, рыхлые, светло-серого цвета, с зернами глауконита, другие же темные, плотные, хорошо окатанные, и изъеденные фаладами... Наряду с фосфоритовыми гальками в конгломерате встречены гальки кремня и хорошо окатанные гальки бурого железняка. В цементе найдены *Aucella* и другие двустворки,

обломки аммонитов, зубы рыб и остатки древесины. Рязанский конгломерат налегает трансгрессивно на нижележащие породы и распространен в виде отдельных пятен в северо-восточной части района. На всей остальной площади он уничтожен валанжинской трансгрессией... Преобладающая мощность рязанского горизонта в Липецком районе 0,5 м, доходя в редких случаях до 2 м<sup>4</sup>.

Cr<sub>1</sub><sup>Ving.</sup>. „В основании валанжинского яруса залегают серозеленые, мелкозернистые, слюдястые пески, содержащие в нижней части хорошо окатанные фосфоритовые гальки и изредка окатанные куски железисто-фосфоритового конгломерата из рязанского горизонта. Мощность песков доходит до 10 м, обычно же колеблется в пределах 2—3 м. Зеленые пески прикрываются железистыми песками, переслаивающимися с железистыми песчаниками и глинами. Песчаники большей частью рыхлые и глинистые, желтобурые, охристые, оранжевые, мелкозернистые, реже грубозернистые, большей частью слюдястые с прослойками и мелкими пятнами белой каолиновой породы. Такие же пятна и прожилки наблюдаются в желтобурых, охристых и серых глинах, которые переслаиваются с песчаниками. В отдельных случаях мощность песчаников доходит до 10 м. Глины и песчаники переслаиваются с желтыми, охристыми и бурными мелкозернистыми, реже крупнозернистыми, слюдястыми песками. Местами в нижней части толщи (Кузьмино-Аршанский участок) содержатся глинистые и кремневые гальки до 0,02 м в диаметре<sup>4</sup>.

Cr<sub>1</sub><sup>Apt.</sup>. „Выше залегают песчано-глинистая толща, резко отличающаяся своим петрографическим составом от пород валанжинского яруса. Здесь преобладают пестроцветные и белые, мелко- и тонкозернистые, слюдястые, реже чистокварцевые, почти всегда каолинизированные, горизонтально-слоистые пески. В песках наблюдаются линзы и прослои серых, белых, розовых, желтых, иногда жирных и пластичных, иногда тонкопесчаных глин, достигающих в редких случаях 10 м мощности; преобладающая мощность глин 2—3 м. Довольно часто наблюдается чередование песков и глин. Изредка встречаются прослои мелкого и крупнозернистого железистого песчаника, который в этой толще играет подчиненную роль<sup>4</sup>.

„Несмотря на большое разнообразие литологического состава аптских пород намечаются характерные признаки, позволяющие объединить их в одну толщу. Эти признаки следующие: однородность механического состава, примесь слюды и каолина, наличие линз и прослоев жирных и огнеупорных глин. Максимальная мощность аптских пород 23 м, преобладающая мощность 10—12 м. Аптские породы пользуются сплошным распространением<sup>4</sup>.

„Пески и глины аптского возраста покрываются желтыми, красными и серыми, крупнозернистыми, реже мелкозернистыми, косослоистыми

песками, содержащими примесь гравия и кварцевых галек. Наблюдаются прослой и линзы железистого песчаника и жирных глин. Отсутствие ископаемых делает невозможным точное определение возраста этой толщи. Вследствие непостоянства и изменчивости описанной толщи в горизонтальном и вертикальном направлении и размыва в послетретичное время, распространение их несплошное. Мощность меняется от 6 до 18 м" (7).

### Послетретичная система

В виду того, что породы послетретичного возраста, как это всеми единодушно признается, не могли, без сомнения, играть какую-либо генетическую роль по отношению к железным рудам, мы не будем останавливаться на подробном рассмотрении этих отложений. Некоторое представление о мощности и петрографическом характере послетретичных пород дает геологический разрез, представленный на фиг. 1 и заимствованный из работы Б. Н. Семихатова и Т. Н. Давыдовой (7).

Таковы главнейшие фактические данные, относящиеся к Липецкому месторождению железных руд. Пользуясь ими, мы попытаемся на следующих страницах выяснить, насколько они соответствуют имеющимся в литературе гипотезам о генезисе Липецких бурых железняков.

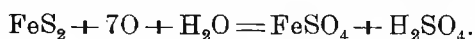
Генезис месторождений железных руд Центрального района привлекал к себе внимание многих исследователей. Наиболее значительной работой в этой области является, как известно, работа П. А. Земятченского, который (1) приходит к выводу о гидрохимическом происхождении железных руд Центрального района. Он полагает, что „все руды тесно связаны с известковистыми породами (известняками, доломитами, мергелями)“ и что они „и непосредственно облекающие их глинистые образования произошли гидрохимическим путем, действием железосодержащих растворов на известковые породы“. „Гидрохимические процессы, вызвавшие образование руд, могли совершаться в течение целого ряда геологических периодов. Но для одних, и при том для большинства руд, процесс этот окончился в доледниковый период. Для других окончание наступило ранее, в дотретичный и даже домеловой периоды. И наконец, для третьих процесс образования не может считаться законченным и по настоящее время“.

Цитируемая работа П. А. Земятченского стала настолько широко известной среди минералогов и геологов, что мне кажется, нет надобности излагать ее более подробно, а потому я здесь ограничиваюсь вышеприведенными выдержками из ее заключительных строк, которые к тому же с достаточной ясностью излагают взгляд П. А. Земятченского на генезис среднерусских железных руд.

Результаты исследования П. А. Земятченского оказали огромное влияние на последующее развитие наших представлений о генезисе железных руд Центрального района вообще и Липецкого месторождения в частности. Действительно, все авторы, работавшие после П. А. Земятченского в области железных руд Центрального района, ссылаясь на работу этого последнего, видят в них результат метасоматических процессов. Таковы работы И. И. Никшича и Я. А. Олейникова (2), Б. Н. Семихатова и Т. Н. Давыдовой (7), И. И. Никшича и Д. И. Покровского (4). Исключение составляет небольшая по объему, но весьма содержательная работа проф. Я. В. Самойлова (8), к более подробному рассмотрению которой мы вернемся несколько позднее. Сейчас же мы постараемся уяснить себе схему образования железных руд, как она рисуется перечисленным выше авторам.

Наиболее полное и ясное изложение теории метасоматического происхождения Липецких железных руд мы находим в статье И. И. Никшича и Я. А. Олейникова (2). Эти авторы представляют себе процесс образования руды в следующем виде.

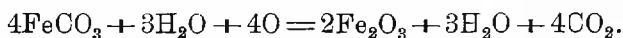
Вода, содержащая в растворенном виде кислород, разлагает серные колчеданы и марганцовые минералы, рассеянные в осадочных образованиях, перекрывающих девонские известняки. Пирит окисляется при этом до железного купороса по следующему уравнению:



Растворы железного купороса приходят в соприкосновение с верхними слоями девонских известняков, где вступают в обменное разложение с карбонатами кальция и магния:



На образующийся при этом карбонат железа действуют грунтовые воды, содержащие кислород; реакция протекает по следующему уравнению:



Образующийся таким образом бурый железняк является по мнению И. И. Никшича и Я. А. Олейникова конечным продуктом метасоматического процесса и отлагается на верхней поверхности девонского известняка.

Изложенная теория, подкреплённая к тому же рядом химических уравнений, подкупает своей стройностью и вероятностью с химической точки зрения. Однако, при более детальном рассмотрении вопроса она требует указать источник железа, давший начало рудным скоплениям и, кроме того, требует нахождения определенного комплекса, парагенезиса,

минералов, которые должны были возникнуть в результате указанных выше реакций; одновременно требуется соответствие теории с данными полевых наблюдений над залеганием рудной толщи.

И. И. Никшич и Я. А. Олейников видят первоисточник железа в серных колчеданах, которые „в виде отдельных зерен были рассеяны по всей толще мезозойских отложений“. Отсутствие пирита в мезозойских породах в настоящее время не смущает авторов, и они склонны, очевидно, полагать, что весь пирит нацело переработан в бурые железняки. В подтверждение своего предположения авторы не приводят никаких доказательств, очевидно, за их отсутствием. Вместе с тем, если бы предположение И. И. Никшича и Я. А. Олейникова соответствовало действительности, то мы были бы в праве ожидать встретить в мезозойских отложениях если не самый пирит, то по крайней мере следы его былого присутствия в виде различных псевдоморфоз по пириту или же пустот, имеющих определенную форму. Никаких указаний на присутствие в мезозойских отложениях того или другого мы не находим не только в работе самих авторов, но и в работах других исследователей, несмотря на обилие различного фактического материала, относящегося к геологии Липецкого района.

Источник железа, являющийся, таким образом, и без того в высшей степени проблематичным, стал еще более неясным в связи с результатами последних геологических работ Б. Н. Семихатова и Т. Н. Давыдовой (7). Данные, полученные этими исследователями, вынудили И. И. Никшича и Д. И. Покровского (4) признать, что оруденение могло происходить не только в мезозойское, но и в палеозойское время, т. е. до возникновения тех пород, которые первоначально рассматривались И. И. Никшичем и Я. А. Олейниковым как источник железа.

Правдоподобность приведенных выше химических реакций по отношению к Липецким рудам становится весьма сомнительной также в виду того, что изучение Липецкого месторождения не указывает нам на тот парагенезис, который должен был бы быть в случае, если бы эти реакции имели место в действительности. На самом деле, при метасоматическом происхождении железных руд, как о том пишут И. И. Никшич и Я. А. Олейников, мы в праве были бы ожидать встретить следующий комплекс минералов: пирит —  $\text{FeS}_2$ ; железный купорос —  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; гипс —  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; сидерит —  $\text{FeCO}_3$ ; лимонит —  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

В действительности ни одного из перечисленных минералов кроме лимонита, самого конечного продукта реакции, в природе не наблюдается, если не считать единственную находку небольшого скопления сидерита в форме округлого желвака, найденного в 1929 г. после тщательнейших и продолжительных специальных поисков.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> По личному сообщению Б. Н. Семихатова.

Конечно, при желании можно подыскать соответствующие объяснения отсутствию указанного комплекса минералов, сославшись на то обстоятельство, что пирит весь нацело переработан и уничтожен, что железный купорос в природных условиях является крайне неустойчивым телом, что гипс мог быть нацело вымыт вследствие его повышенной способности к растворению, что, наконец, сидерит также нацело перешел в лимонит. Однако, если по отношению к железному купоросу приведенный довод является достаточно убедительным, то соображения, относящиеся к другим минеральным телам, не выдерживают строгой критики. Кроме того, теория, требующая такого большого количества допущений, теряет значительную долю своей вероятности: в действительности мы наблюдаем только самый конечный продукт процесса — лимонит, остальные же необходимые для метасоматического процесса промежуточные звенья отсутствуют вовсе.

Отметим здесь же, что в месторождениях железных руд, метасоматическое происхождение которых не вызывает сомнения (например, месторождение у Эйзенерц в Штирии, Бильбао в Испании), действительно наблюдается парагенезис, близкий к указанному нами выше. Если признавать для Липецких руд метасоматическое происхождение, то нет повидимому никаких оснований думать, что в отношении парагенезиса они должны представлять собою исключение из ряда им подобных.

Пытаясь связать данные полевых наблюдений относительно условий залегания железных руд в районе г. Липецка с гипотезой их метасоматического происхождения, мы также наталкиваемся на целый ряд явных несоответствий.

Во-первых, руда всегда, как правило, отделена от нижележащего известняка прослоем вязкой глины мощностью от 0.05 до 0.35 м и согласно данным И. И. Никшича и Д. И. Покровского (5) и др. почти никогда не имеет постепенного перехода в известняк, за счет изменения которого она будто бы произошла. Уже одно это обстоятельство говорит не в пользу метасоматической теории, так как при метасоматизме, как известно, происходит постепенное химическое замещение изначальной породы новым материалом, причем между вновь образующимся минеральным телом и породой, претерпевающей изменения, не может образоваться столь резкая физическая граница, представленная к тому же глиной или чем-либо подобным. Напротив, нахождение слоя глины между известняком и рудной толщей свидетельствует о *раздельности* этих двух образований, так как по вполне понятным причинам слой глины даже в 5 см (а ее мощность местами доходит до 35 см) является достаточно серьезным препятствием для проникновения железосодержащих растворов к поверхности известняков.

Утверждение И. И. Никшича и Я. А. Олейникова, что материалом для образования глины, залегающей между рудой и девонским известняком, „послужили глинистые частицы, приносимые водой из вышележащей мезозойской толщи“, является по меньшей мере наивным. Несколько же более позднее указание И. И. Никшича и Д. И. Покровского (5) на то, что эта „глина является остаточной массой от растворения известняков“, явно противоречит ими же выдвигаемой метасоматической теории происхождения железных руд, так как метасоматизм мы должны рассматривать как „химический процесс, при котором какой-либо минерал или порода замещаются с сохранением своей первоначальной формы минералами другого состава“ (9); при этом происходит именно химическое замещение, но не растворение.

Для района же г. Липецка мы должны очевидно признать для подавляющего большинства случаев наличие растворения и разрушения известняка, в результате чего образовался тонкий слой глины, облегающей поверхность девонских пород, а затем уже — образование рудных скоплений.

При согласовании гипотезы метасоматического происхождения Липецких руд с наблюдаемыми в действительности фактами наибольшие затруднения возникают в связи с тем, что железные руды в громадном большинстве случаев залегают среди глинистых и песчаных пород, лежащих на девонских известняках. Первоначально эти глинистые и песчаные породы рассматривались И. И. Никшичем и Я. А. Олейниковым „как остаточный материал от девонских известняков после метасоматического процесса“ (2). Отмечая вновь, что подобное утверждение не соответствует принятым представлениям о самой сущности метасоматических процессов, необходимо также отметить, что авторы ничем не доказывают возможности накопления в результате разрушения девонских известняков песчаных и глинистых пород; вообще же возможность такого накопления является весьма сомнительной в виду относительной чистоты нижележащих карбонатных пород и необходимости допущения растворения колоссальных толщ известняка, чтобы мог накопиться столь объемистый песчано-глинистый материал (рудная толща местами достигает 7 м).

Свой первоначальный взгляд на песчано-глинистые отложения, в среде которых залегают руда, И. И. Никшич очевидно изменил коренным образом (4) в самое последнее время в связи с результатами работ Б. Н. Семихатова и Т. Н. Давыдовой (7). Эти последние авторы на основании своих геологических наблюдений пришли к заключению, что песчано-глинистые породы, покоющиеся на неровной поверхности девонских известняков, представляют собою отложения каменноугольной системы. В связи с этим представление о генезисе Липецких железных руд у И. И. Никшича, Б. Н. Семихатова и Д. И. Покровского несколько

изменилось (3). Не отказываясь от своих прежних представлений о метасоматическом происхождении Липецких руд, они сделали попытку согласовать новые данные с своей гипотезой. В результате этого происхождения рудной толщи стало им рисоваться в следующем виде (4, 5, 6, 7).

Во время длительного континентального периода в последевонское время происходили элювиальные и делювиальные процессы, в результате которых на поверхности девонских отложений скопился значительный обломочный материал, состоящий из смеси песка, глины и неправильных обломков девонского известняка. Этот-то брекчиевидный делювий и подвергался в последевонское время процессам метасоматизма. Так как в одних случаях делювий мог быть представлен почти исключительно обломками карбонатного материала, а в других случаях — почти исключительно песчано-глинистыми отложениями, то и могли возникнуть в последующее время либо „сплошные“ железные руды, либо пустые песчано-глинистые породы; между этими двумя крайними типами могли быть всевозможные переходы.

Приведенным добавочным построением авторы пытаются объяснить не только факт нахождения конкреций бурого железняка среди песчано-глинистых осадков, но также и самую форму нахождения руды в виде так называемых „жеод“. По их мнению каждый кусок известковой породы, подвергнувшийся процессу метасоматизма, и дал начало конкреции бурого железняка. Так как конкреции бурого железняка в большинстве случаев бывают полыми и заключают внутри себя различный материал — то мергелистый, то песчаный, то глинистый — авторы склонны рассматривать этот последний как „остаточный материал от известняка, подвергнувшегося процессу метасоматизма“ (6). Это утверждение, повторяемое почти всеми исследователями Липецких железных руд (2, 7, 4, 6), ни одним из них не подтверждено сравнительным изучением кластической части карбонатных девонских пород и материала, заключенного внутри конкреций бурого железняка. В литературе мы находим только указание И. И. Никпича и Я. А. Олейникова, что внутри одной из конкреций, взятых на Воскресенском руднике, оказалось желтоватобелое, рыхлое вещество, „которое хорошо растворялось в 15% растворе HCl. В остатке получилось около 10% светлобурого глинистого вещества. В растворе имелось: Fe очень мало, Al до 30%, Ca до 30%, Mg до 5%, CO<sub>2</sub> до 10%, SO<sub>3</sub> не было“. Внутренняя часть другой жеоды, взятой из шурфа на Дикинском участке, согласно тех же авторов, представляла желтовато-ржавый материал, с ясными следами концентрического строения; по внешнему виду она походила на глину; „легко растворялась в HCl. В остатке получился желтоватобелый, аморфный осадок до 25%. В растворе было определено Fe до 30%, Al немного, Ca отсутствовал, Mg очень мало, CO<sub>2</sub> очень мало, SO<sub>3</sub> отсутствовал“ (2, стр. 25—26).



В приведенных данных И. И. Никшича и Я. А. Олейникова относительно природы заключенного в конкрециях материала прежде всего обращает на себя внимание странный способ начертания результатов химического анализа, перечисленных на металлы вместо обычно принятого перечисления на окислы, а также указание на совершенно невероятное присутствие в солянокислом растворе до 10%  $\text{CO}_2$ . Но даже помимо этого, поскольку авторы не производят сопоставления заключенного в конкрециях бурого железняка материала с девонскими известковыми породами, которые по их мнению подвергались процессу метасоматического изменения, приводимые ими данные лишены какой-бы то ни было доказательности в пользу метасоматического происхождения рудных образований.

Вместе с тем, все лица, работавшие в области Липецкого железорудного месторождения, единодушно отмечают, что заключенный внутри конкреций бурого железняка материал бывает чрезвычайно разнообразен: он представляет собою то мергелистое, то глинистое, то карбонатное, то глинисто-песчаное вещество. Имеется даже, как мы видели выше, указание на нахождение конкреций, выполненных „светлосерым, чистым, среднезернистым песком“. Если допустить правильность метасоматической гипотезы по отношению к Липецким рудам, то такое разнообразие в материале, заключенном в конкрециях бурого железняка, свидетельствовало бы о столь же большом разнообразии литологического состава карбонатных девонских отложений (начиная от чистейших известняков до известковых песчаников включительно), за счет переработки которых произошли бурые железняки. Такое предположение однако, мало вероятно, особенно если учесть то обстоятельство, что изначальный карбонатный материал согласно взглядам Б. Н. Семихатова, Т. Н. Давыдовой и И. И. Никшича должен был быть местного происхождения; к тому же мы не находим в литературе указаний на большое разнообразие литологических признаков девонских известковых пород района г. Липецка.

В явном противоречии с метасоматической гипотезой происхождения Липецких железных руд находятся весьма ценные наблюдения геолога Карманова и других лиц над концентрическим строением конкреций бурого железняка. Не может быть никакого сомнения в том, что девонские известняки не могли заключать в себе разнообразный кластический материал (то глину, то песок), расположенный концентрически; они не могли также при своем разрушении давать куски, поверхность которых строго совпадала бы с концентрическим строением разрушаемой породы. Беспорядочно же заключенный в карбонатном веществе глинистый и песчаный материал не мог в результате метасоматических процессов приобретать закономерное пространственное расположение, ибо, как это указывается даже в элементарных руководствах (9), „симметрично крустифици-

рованная полосчатость не развивается“ при метасоматизме, если не считать пока еще не доказанных случаев процессов замещения в результате реакций в коллоидной среде, как на то указывает Liesegang.

Таким образом, концентрическое строение конкреций бурого железняка не только не подкрепляет метасоматического происхождения Липецких железных руд, но наносит этой гипотезе существенный удар.

Непонятно также, каким образом можно связать нахождение внутри конкреций бурого железняка пустот, заполненных полностью или частично посторонним материалом, с представлением об их метасоматическом генезисе: как известно, „при метасоматическом замещении осаждение так быстро следует за растворением, что, по существу, они кажутся частями одного и того же процесса“. Поэтому „в месторождениях замещения редко встречаются крупные пустоты“ (9).

Закономерности, наблюдаемые в залегании рудной толщи, также не вполне соответствуют предположению Б. Н. Семихатова, Т. Н. Давыдовой, И. И. Никшича и Д. И. Покровского о происхождении бурых железняков в результате переработки обломочного известкового материала, который накопился на поверхности девонских отложений „благодаря делювиальным, элювиальным и отчасти алювиальным процессам“. Если бы это предположение указанных авторов соответствовало действительности, то мы не могли бы наблюдать в залегании рудного слоя никакой закономерности, так как куски известковых пород были бы рассеяны в древней брекчии беспорядочным образом, а, следовательно, распределение конкреций бурого железняка должно было бы быть столь же беспорядочным. На самом же деле, как это видно из вышеприведенных данных, в залегании руды наблюдается известная закономерность, выражающаяся в том, что вверху рудной толщи обычно залегает слой сливной руды, ниже следуют жеодистые руды, которые далее книзу переходят во вкрапленные. Если бы мы действительно имели дело с переработанным древним делювием, то мы либо не наблюдали бы вовсе никакой закономерности, как это сказано выше, либо уж скорее должны были бы ожидать наибольшего скопления известкового материала, а, следовательно, и конкреций бурого железняка близ самой поверхности девонских известняков, а не в верхних частях делювия, как это есть в действительности.

Наконец, к слабым сторонам гипотезы метасоматического происхождения Липецких железных руд следует отнести еще то обстоятельство, что ее защитники не подошли к интересующему их вопросу с точки зрения физической химии и не доказали вообще возможности существования в геологических условиях Липецкого района того процесса, который ими отстаивается. Вместе с тем, согласно данным V. M. Goldschmidt (10) в процессах метасоматизма большое значение играет закон масс; метасоматизм для своего действия требует известной концентрации

растворов, которая различна для различных веществ и при разных условиях; если нет определенной концентрации растворов, то происходит простое растворение, а не замещение. Никто, однако, до сих пор не показал, какой именно концентрацией должны были обладать железные растворы, чтобы они могли переработать карбонат кальция в углекислую соль железа, и возможно ли было нахождение столь концентрированных растворов в условиях геохимической жизни пород окрестностей г. Липецка? Вообще же надо иметь в виду, что „процессы метасоматизма, хотя и весьма распространены, но не универсальны“ (9), а потому привлекать их для объяснения генезиса рудных скоплений без достаточных на то оснований нельзя.

Мы видим, таким образом, что гипотеза метасоматического происхождения железных руд Липецкого района не может быть признана удовлетворительной. В сущности говоря, нет ни одного факта, если не считать самого факта нахождения бурого железняка, который бы подтверждал существование в районе г. Липецка метасоматических процессов; наоборот, мы имеем целый ряд данных, которые находятся в прямом противоречии с этой гипотезой; к таковым следует отнести: отсутствие в подавляющем большинстве случаев тесной связи между рудной толщей и девонским известняком и нахождение между ними прослоя тонкослоистой глины; отсутствие того парагенезиса минералов, который характерен для метасоматических месторождений бурого железняка; нахождение конкреций бурого железняка концентрического строения; существование внутри конкреций бурого железняка полостей, заполненных к тому же *различными* кластическим материалом; закономерное залегание конкреций бурого железняка, количество которых обычно увеличивается кверху; и, наконец, отсутствие хоть сколько-нибудь правдоподобного первоисточника железных растворов, необходимых для метасоматического процесса.

Переходя теперь к изложению нашего взгляда на генезис железных руд окрестностей г. Липецка, мы должны прежде всего отметить, что он не является по нашему мнению тождественным для всех рудных образований, а потому стремление к схематизированию происхождения Липецкого месторождения и подведению его под одну рубрику является в данном случае недопустимым.

На основании полевого изучения рудных скоплений, последние должны быть резко подразделены на две неравные по своему значению группы. К первой группе следует отнести рудные образования, приуроченные к девонскому известняку и связанные с ним целым рядом постепенных переходов. Как показал П. А. Земятченский, нет никаких оснований оспаривать метасоматическое происхождение этой категории бурых

железняков. Но распространение подобных руд, как о том свидетельствуют Б. Н. Семихатов, Т. Н. Давыдова, И. И. Нившич и Д. И. Покровский, не пользуются в Липецком районе сколько-нибудь широким распространением и играют второстепенную, подчиненную роль (см. выше).

Значительно большую часть руды составляют бурые железняки, залегающие среди песчано-глинистых отложений и не имеющие какой-либо видимой непосредственной связи с нижележащими девонскими известняками. Такие руды пользуются в окрестностях г. Липецка широким распространением и составляют основную массу промышленных рудных образований. Особенности строения и залегания этой доминирующей массы железных руд, как мы уже видели из предыдущего, не соответствуют метасоматической теории их происхождения, и потому эта часть руды должна рассматриваться как минеральное образование, отличное по своему генезису от бурых железняков первой группы.

На необходимости подразделения железных руд Центрального района на две подобных категории настаивал еще проф. Я. В. Самойлов в своей упоминавшейся выше работе (8). Хотя его исследование касается главным образом железных руд Тульского района, тем не менее целый ряд высказываемых им положений может быть полностью перенесен на Липецкий район в виду близкого сходства этих двух месторождений.

Констатируя, что среднерусские железные руды могут быть разбиты по характеру своего залегания на две группы — на руды, приуроченные к палеозойским известнякам и на руды, приуроченные к более новым песчано-глинистым отложениям, Я. В. Самойлов указывает, что соответственно этому и генезис этих двух групп железных руд будет различен. Если по отношению к рудам первой группы (приуроченным к поверхности палеозойских известняков) метасоматические процессы не вызывают почти никаких сомнений, то по отношению к рудам второй группы (приуроченным к песчано-глинистым отложениям) теория метасоматизма является мало приложимой. Я. В. Самойлова не удовлетворяет, как он пишет, „добавочная гипотеза“ о залегании линз известняка среди песков, к которой пришлось прибегнуть для объяснения генезиса руд, приуроченных к песчано-глинистым отложениям. Отмечая совершенно определенно, что происхождение лимонита, заключенного в песчано-глинистых породах, „нельзя связывать с известняками“, что по отношению к руде, залегающей в этих условиях, известняк „не играл никакой генетической роли“ Я. В. Самойлов указывает, что бурые железняки, приуроченные к мезозойским отложениям, не есть „случайные рудные скопления“, как это думал П. А. Земятченский, а представляют собою весьма распространенное и значительное явление. Предполагая вернуться впоследствии к более детальному изучению среднерусских железных руд, Я. В. Самойлов не сообщает, к сожалению, в своей статье своего мнения относи-

тельно генезиса бурых железняков, приуроченных к песчано-глинистым отложениям.

Как мы уже видели, работы последних лет по изучению Липецкого железорудного района доказали правильность мнения Я. В. Самойлова в том отношении, что доминирующую роль играют руды, приуроченные именно к песчано-глинистым осадкам; количество же бурых железняков, непосредственно связанных с нижележащим известняком является крайне незначительным и не играет большой роли.

Из предыдущего изложения не трудно было сделать заключение, что Я. В. Самойлов также был прав в своем утверждении, что никакой генетической связи между известняками и рудами, залегающими среди песчаных и глинистых пород, не имеется.

Каким образом представлял себе Я. В. Самойлов процессы, повлекшие за собой накопление железных руд Центрального района, мы знаем из его незаконченной рукописи, которая публикуется впервые, с разрешения семьи покойного, одновременно с настоящей статьей. К содержанию ее мы еще вернемся.

Сейчас же мы перейдем к выяснению вопроса о *времени образования* руды, ибо этот вопрос имеет первенствующее значение для правильного разрешения генезиса месторождения.

Относительно возраста Липецких железных руд в литературе имеются крайне неясные и противоречивые указания. И. И. Никшич и Я. А. Олейников в своей работе, относящейся к 1929 г. (2), предполагали, очевидно, что образование железных руд есть процесс весьма близкий к нашему времени, так как они предусматривали принос железа к поверхности девонских известняков из всей толщи мезозойских отложений окрестностей г. Липецка. В последующей работе И. И. Никшича и Д. И. Покровского (1930 г.) авторы приходят уже к выводу, что „оруденение известняков происходило в докарбоновое время, оно продолжалось также в период до образования рязанского горизонта, и по всей вероятности, метасоматические процессы имели место после отложения валанжинской серии осадков“ (4). Другими словами, И. И. Никшич и Д. И. Покровский смотрят на процесс образования железных руд как на процесс чрезвычайно длительный, начавшийся еще в „докарбоновое“ время и продолжавшийся „после отложения валанжинской серии осадков“; к сожалению авторы не указывают верхней границы времени образования железных руд.

В работе Б. Н. Семихатова и Т. Н. Давыдовой (7) возраст железных руд определяется следующим образом: „Положение рудной толщи между девоном и карбоном устанавливает возраст и залегание пород, за счет которых в результате метасоматоза произошли бурые железняки. Время же образования самих бурых железняков, конечно, не определяется их

положением между теми или иными стратиграфическими горизонтами „  
„Часть бурых железняков повидимому образовалась к началу нижне-  
мелевого периода, так как гальки бурого железняка мы находим в конг-  
ломерате рязанского горизонта“.

Мы видим, таким образом, что по мере того, как степень изучен-  
ности Липецких руд увеличивалась, время образования их все более и  
более отодвигалось к началу мезозойского времени. Посмотрим, однако,  
какими фактическими данными располагаем мы для установления вре-  
мени образования Липецких руд.

Геологические работы Б. Н. Семихатова и Т. Н. Давыдовой летом  
1929 г. обнаружили присутствие среди фосфоритовых галек рязанского  
горизонта хорошо окатанных галек бурых железняков, при чем сами  
гальки во многих местах спаяны железистым цементом. Это показывает  
с несомненностью, что бурые железняки уже существовали к началу  
рязанского времени; это признается теперь всеми исследователями. Тем  
не менее, для образования железных руд все же остается очень значи-  
тельный интервал, начиная от конца девона и до наступления нижнемело-  
вого времени. Чтобы его сузить, нам не остается другого пути, как обра-  
титься к самой рудной толще и посмотреть, нет ли в ней каких-либо  
признаков, указывающих на время ее образования? При внимательном  
рассмотрении оказывается, что признаки эти есть и заключаются они  
в следующем.

Выше уже упоминалось, что в самой рудной толще нередко встре-  
чаются наряду с целыми конкрециями бурого железняка их обломки.  
В качестве примера можно привести описание рудной толщи, вскрытой  
шурфом № 206; здесь обнаружены (сверху вниз):

1. Песок желтоватобурый, в нижней части с железистыми песчани-  
ками и обломками бурого железняка.

2. Сплошная черепковая руда, состоящая из обломков жеод бурого  
железняка, среди которых изредка встречаются целые жеоды.

3. Вкрапленная руда. Песок буроватосерый с блестками слюды и  
с жеодами бурого железняка.

4. Известняк с неровной поверхностью (3).

Таким образом, в шурфе № 206, в условиях спокойного залегания  
пород и отсутствия признаков каких-либо вторичных нарушений, мы  
имеем слой руды, состоящей как из целых, так и из обломков конкре-  
ций бурого железняка, при чем этот слой подстилается вкрапленной  
рудой, представленной песком и заключенными в нем целыми конкре-  
циями.

Подобная же картина имеет место в шурфе № 167 на XIII Сыр-  
ском участке, где в слое Б обнаружен краснобурый песок с „отдельными  
осколками жеод“, и в ряде других случаев (3).

Приведенные факты свидетельствуют о том, что уже в момент образования рудной толщи существовали конкреции бурого железняка, подвергавшиеся тогда же процессам механического разрушения.

В сущности говоря, одного этого было бы вполне достаточно для того, чтобы можно было с полным основанием говорить о *сингенетическом* образовании бурых железняков и окружающих их песчано-глинистых пород. Однако, для подкрепления высказанного положения мы имеем и некоторые другие данные.

Сингенетичность песков и бурых железняков доказывается также, как на то совершенно справедливо указывает проф. Я. В. Самойлов (8), „теми, иногда неуволыми переходами песков в железистые пески, затем в железистые песчаники, переходами, которые можно наблюдать во многих местах и которые должны найти себе самое простое и естественное объяснение именно в принадлежности всей этой свиты к одному и тому же образованию“.

Наконец, о сингенетическом происхождении песчано-глинистых пород и заключенных в них конкреций бурого железняка свидетельствует и характер залегания рудной толщи, в которую вдаются в виде длинных языков и карманов песчано-глинистые породы, отнесенные Б. Н. Семихатовым и Т. Н. Давыдовой к каменноугольным отложениям.

Все приведенные выше данные заставляют нас признать тождественный возраст как конкреций бурого железняка, так и окружающих их песчано-глинистых пород. Таким образом, весь вопрос сводится теперь к правильному установлению возраста песчано-глинистых образований, покоящихся на поверхности девонских известняков. Выше уже неоднократно упоминалось, что эти песчано-глинистые образования отнесены Б. Н. Семихатовым и Т. Н. Давыдовой к отложениям угленосного яруса. Если признать правильность этого хронологического определения, то тогда следует считать *рудные скопления также каменноугольного возраста*.

Однако, здесь попутно мне кажется позволительным задать вопрос, так ли уж бесспорным является отнесение песчано-глинистых отложений, сопряженных с рудными скоплениями, к угленосному ярусу? Следует иметь в виду, что каменноугольный возраст интересующих нас пород установлен Б. Н. Семихатовым и Т. Н. Давыдовой на основании: 1) находки *Lepidodendron'a* и 2) „местами полного сходства их по литологическому составу с глинами каменноугольного возраста классических разрезов у с. Мураевни“. Можно задуматься, насколько достаточным основанием для установления геологического возраста всей толщи является единичная находка остатка *Lepidodendron'a*, к тому же небольшого размера, которая могла быть перенесена откуда-то из другого места и не известно в какое время? Базироваться же на сходстве, при том *только местами*, внешних литологических признаков двух далеко отстоящих друг

от друга разрезов так же пока нет никаких оснований, поскольку и тот и другой разрез являются в литологическом отношении (в современном понимании этого слова, ср. 22) несколько не изученными.

В связи с этим можно поставить вопрос, не окажется ли при более детальном геологическом изучении Липецкого района, что песчано-глинистые отложения, налегающие на поверхность известняков, накопились за время долгого континентального периода, начавшегося в последевоновское время и продолжавшегося, повидимому, до верхней юры? Возможно, что породы угленосного возраста займут среди них то или иное, может быть и весьма значительное по мощности, положение; тогда, между прочим, станет понятным и „местное литологическое сходство“, упоминающееся Б. Н. Семихатовым и Т. Н. Давыдовой.

На этот вопрос мы получим, очевидно, исчерпывающий ответ в результате геологических работ, которые в ближайшее время будут производиться в Липецком районе. Если наше предположение подтвердится, то мы должны будем признать, что образование и железных руд происходило за время после девона и до начала верхней юры. Пока же, основываясь на имеющихся данных, приходится условно ограничивать возраст Липецких железных руд одним каменноугольным периодом, что, само собою разумеется, несколько не нарушает нашего представления о генезисе Липецкого месторождения.

Установив, таким образом, время образования главнейших рудных скоплений, мы должны теперь перейти к установлению *типа* сингенетичных с ними геологических отложений. *Генезис всякого минерального тела стоит, как известно, в прямой функциональной зависимости от условий образования окружающих его горных пород.* Поэтому, чтобы правильно разрешить вопрос о генезисе Липецких руд мы должны прежде всего выяснить условия накопления пород, заключающих в себе бурые железняки.

Для разрешения поставленной задачи, к сожалению, имеется не вполне достаточное количество фактических данных, что является тем более досадным, что по отношению к Липецким рудам собрано вообще довольно большое количество фактического материала. Можно пожалеть, что весьма важный и интересный вопрос о типе песчано-глинистых пород до сих пор не интересовал специально исследователей Липецкого района. Однако, мы все же попытаемся осветить условия накопления пород угленосного яруса, используя для этого имеющийся, хотя и несколько ограниченный, материал.

То обстоятельство, что угленосные пески и глины обычно залегают в углублениях на неровной поверхности девонских известняков; что в песках наблюдается косая слоистость; что среди песка встречаются неправильные линзы и прослой глины от незначительных размеров до прослеживающихся на несколько десятков метров и наоборот — среди



глины — прослой песка; что отдельные слои отделяются от нижележащих неровной поверхностью; что во всей толще мы не наблюдаем правильного распределения материала по крупности зерна — всё это вместе взятое позволяет думать, что мы имеем перед собой осадки *древних* континентальных озер.

Это предположение подтверждается также результатами изучения поверхности девонских известняков и залегающих на них рудных скоплений. Так, например, из плана подземных выработок капитальной шахты Ленинского рудника, приложенного к работе И. И. Никшича и Я. А. Олейникова (2), можно легко увидеть, что рудное скопление приурочено к котловине в девонском известняке, которая заполнена песчано-глинистыми породами, заключающими в себе то или иное количество бурого железняка. Подобного же типа являются, повидимому, и все остальные рудные образования, с той только разницей, что одни из них являются более крупными, другие же — более незначительными. Глубина таких котловин не превышает 35 м, обычно же равна около 20—25 м.

На упомянутом только что плане подземных выработок Ленинского рудника можно также видеть, как количество заключенного в песчано-глинистые отложения бурого железняка изменяется в зависимости от глубины котловины: к более мелким участкам приурочена руда более бедная, тогда как в более глубоких местах залегает руда более высокого качества.

В соответствии с условиями образования песчано-глинистых пород угленосного яруса, мы должны рассматривать и заключенный в них бурый железняк как *древнюю озерную*, частью, быть может — *болотную железную руду*.

Такое представление о Липецких рудах, в сущности говоря, не является чем-то совершенно новым. Оно излагается с одной стороны в публикуемой рукописи проф. Я. В. Самойлова (21), с другой — на это имеются указания, правда, не подкреплённые фактическими данными, у А. К. Болдырева (11, стр. 110).

Если мы примем озерное происхождение Липецких железных руд и постараемся с этой точки зрения подойти ко всем особенностям Липецкого месторождения, то все они уложатся в стройную картину, и мы не найдем ни одного такого факта, который находился бы в противоречии с нашей гипотезой.

Нахождение бурых железняков среди песчано-глинистых отложений становится вполне естественным и понятным без всяких добавочных построений. Так же понятны и естественны частые переходы богатых руд в руды бедные и наоборот. Самая форма конкреций бурого железняка в виде полых образований, заполненных различным кластическим материалом, также не требует особых пояснений. Концентрическое строение

конкреций, в которых чередуются глинистые и песчаные прослои с прослоями чистого лимонита, легко могло возникнуть в результате постепенного конкреционного образования бурого железняка как на дне мелководного бассейна, так и в результате вторичных процессов в последующее время. Постепенное возрастание количества конкреций кверху должно быть отнесено за счет того обстоятельства, что особенно усиленное образование гидратов окислов железа должно было происходить в озере после того, как устанавливался его режим, ибо в раннюю стадию жизни озер, в них, как известно, приносится большое количество кластического материала, что естественно затрудняет процессы быстрого накопления больших количеств соединений железа. Лишь в редких, особо благоприятных случаях, с момента самого образования водоема в нем наблюдались условия, достаточно благоприятные для процессов осаждения бурых железняков. В таких случаях мы наблюдаем „сплошные“ руды в нижней части песчано-глинистой толщи, причем они отделены от известняка лишь тонкой глинистой прослойкой; такие случаи, как уже указывалось, редки. Вполне естественно было бы ожидать, что вследствие изменений, происшедших в режиме озера, последнее осаждало соединения железа не в один, а в несколько приемов: это дало начало нескольким горизонтам среди песчано-глинистых отложений, особо обогащенным лимонитом; такие случаи также известны.

Временное прекращение притока воды в озеро и его связанное с этим высыхание влекли за собой также прекращение образования бурых железняков и механическое разрушение уже образовавшихся к тому времени конкреций, которое, очевидно увеличивалось в первые моменты поступления новых количеств воды в котловину; образовавшиеся при этом осколки конкреций, вполне естественно, не могли быть никуда вынесены за пределы котловины и накапливались на месте их образования. Таково, повидимому, происхождение упоминавшихся осколков „жеод“, не связанных с вторичными нарушениями в залегании осадочных отложений.

Озерно-болотное происхождение Липецких руд объясняет нам также их гнездовую, пластообразную форму залегания и отсутствие закономерности в распределении и конфигурации рудных скоплений.

Высокое содержание железа в Липецких рудах, достигающее до 50% с лишним, несколько не противоречит их озерному происхождению, так как современные Олонекские озерные руды согласно данным В. А. Обручева (12, стр. 373) в среднем содержат от 52% до 80%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  или от 36.4% до 56.0% металлического Fe.

Высокие цифры, характеризующие запасы Липецкого месторождения и выражающиеся в нескольких десятках миллионов тонн руды, также вполне увязываются с их озерным генезисом. Для подкрепления этого положения достаточно указать, например, что запасы только одного

небольшого озера Енисьерви в Финляндии (13) определяются цифрой более 100 000 т руды, и что согласно данным, приводимым А. К. Мейстером (14), действительный и вероятный запас озерных руд Олонецкого края только для небольшого количества исследованных озер характеризуется цифрой более 16 000 000 т руды с средним содержанием металлического железа от 30% до 40%.

В прямом соответствии с озерно-болотным генезисом Липецких руд находится и парагенезис минералов Липецкого месторождения. Крайне характерным на наш взгляд является, между прочим, присутствие среди Липецких руд выделений кремнезема, получившего по предложению П. А. Земятченского (1) особое название — *лярдита*. Это минеральное образование по видимому следует рассматривать как продукт выделения студенистого кремнезема, свойственного для всех озер, в которых происходит накопление железных руд. Вообще же в списке минералов Липецкого месторождения мы не можем ожидать встретить какие-либо необычайные для мелководных отложений минеральные образования: помимо различных гидратов окислов железа и алюминия здесь мы можем сделать немногочисленные находки сидерита, фосфатов кальция и железа, марганцовых минералов из группы окислов и гидратов окислов, карбонатов, может быть, случайные находки гипса и пирита, и, наконец, каолина. Минералогический состав кластического материала, вполне естественно, может быть значительно более разнообразен, ибо он зависит от петрографического состава пород, слагавших берега наших древних водоемов.

Парагенезис наиболее обычных для Липецких руд химических элементов — это Si, O, Fe и затем Ca, Mg, Al, Mn, P, S и C, входящий главным образом в состав органического вещества — является косвенным доказательством осадочного происхождения Липецкого месторождения.

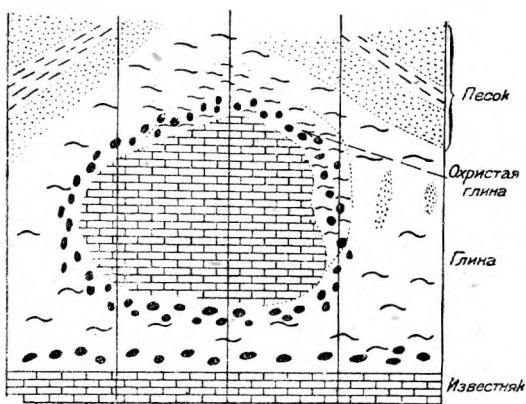
Наконец, одним из значительных преимуществ озерной гипотезы происхождения Липецких бурых железняков является то обстоятельство, что она не требует отыскания каких-либо специальных и, по видимому, отсутствующих, первоисточников железа, ибо в болотах и озерах, как известно, происходит не вторичная, а первичная концентрация соединений железа, причем этот элемент заимствуется из окружающей среды, где он находится в тонкорассеянном состоянии.

Для более наглядного подкрепления озерного генезиса Липецких руд мы рассмотрим один вполне конкретный случай, в котором И. И. Никшич и Д. И. Покровский (6) видят прямое доказательство правильности метасоматического происхождения бурых железняков, приуроченных к песчано-глинистым отложениям. На фиг. 3, воспроизведена зарисовка шурфа № 57, заимствованная из работы названных авторов. Шурф вскрыл паклонно лежащие пески, налегающие на глинистую породу, подстилаемую девонским известняком. Среди глины залегают округлая глыба

известняка, к которой с одной стороны прислонена глина охристая без руды. Близ поверхности коренного известняка и глыбы известняка располагаются в глинистой массе отдельные конкреции бурого железняка. И. И. Никшич и Д. И. Покровский, приводя описанную зарисовку в своей работе, обращают на нее сугубое внимание читателя и указывают, что подобное залегание бурого железняка особенно следует иметь в виду при толковании генезиса Липецкого месторождения.

Попробуем, однако, уяснить себе, в пользу какого генезиса — метасоматического или озерного — говорит воспроизведенная зарисовка?

Если бы в породах, вскрытых шурфом № 57, действительно протекали метасоматические процессы замещения карбоната кальция соединениями железа, то нам становится совершенно непонятным равномерное



Фиг. 3. Развертка шурфа № 57 на Сырском разведочном участке; в 1 см — 0.6 м. (По И. Никшичу и Д. Покровскому).

распределение конкреций бурого железняка со всех сторон известковой глыбы: получается такое впечатление, что железосодержащие растворы притекали равномерно со всех сторон, в том числе и снизу, что является чрезвычайно мало правдоподобным. Кроме того, по зарисовке совершенно не видно постепенного перехода карбоната кальция в рудные минералы, как это должно было бы быть при процессах метасоматизма; напротив, мы наблюдаем образование бурого железняка, совершенно обособленные от

той породы, которая по И. И. Никшичу и Д. И. Покровскому должна была принимать живейшее и обязательное участие в метасоматическом процессе. Само собою разумеется, что одно только близкое расположение конкреций бурого железняка к поверхности карбоната кальция ни в коем случае не может служить сколько-нибудь веским доказательством в пользу процессов метасоматизма: при последних генетическая роль известняка не может сказываться на каком бы то ни было расстоянии.

С точки зрения озерной гипотезы происхождения Липецких руд приведенный разрез должен быть истолкован следующим образом: на поверхности девонского известняка происходило накопление озерных отложений, которые в данном случае представлены глинистым материалом. Карбонатная порода, как коренная, так и ее округлая глыба создавали на некотором расстоянии вокруг себя основную среду, что вполне естественно

и нормально в условиях окружающего водного режима. Именно это обстоятельство и способствовало накоплению в местах, близких к поверхности известняка, образований гидратов окислов железа, ибо основная среда, как известно, особо предпочтительна для выпадения гидратов железа, как бы мы ни рисовали себе самый механизм выделения рудных минералов.

Мало того, основываясь на зарисовке шурфа № 57, мы можем с известной долей вероятности говорить о направлении течения, которое существовало в древнем озере: нахождение с одной стороны известковой глыбы охристой глины позволяет думать, что она отложилась в месте наибольшего покоя, т. е. со стороны, противоположной направлению некогда бывшего течения. Известковая глыба служила, повидимому, той преградой, за которой могли удерживаться более тонкие частицы, в иных условиях неминуемо подвергнувшиеся бы вымыванию. Надо думать, что за время накопления всей зарисованной толщи течение в ископаемом озере не меняло своего направления, ибо в противном случае не могло получиться наблюдаемого распределения материала.

Следует, очевидно, признать, что взгляд на Липецкое месторождение, как на древние озерные и быть может, болотные руды, *при современном состоянии наших знаний* является наиболее убедительным и приемлемым со всех точек зрения. Однако, само собою разумеется, что это не предрешает еще вопроса о механизме накопления соединений железа.

Как известно, в литературе существует два резко противоположных мнения относительно способа образования как озерной, так и болотной руды. Одни авторы склонны рассматривать озерную руду как продукт чисто химических процессов, совершающихся в мелководном бассейне, другие же видят в озерной руде результат жизнедеятельности микроорганизмов и соответственно этому толкуют процесс накопления рудных залежей как процесс биохимический.

В последние годы затронутые вопросы усиленно дебатуются на страницах специальной литературы в многочисленных статьях и работах различных авторов. Мы не будем приводить здесь всю сводку накопившегося материала, поскольку она уже сделана в самое недавнее время несколькими авторами, к работам которых мы и отсылаем интересующихся читателей (Перфильев, 15, Обручев, 12, Буткевич, 16). Отметим здесь только, что число сторонников биохимического накопления озерных руд все более и более увеличивается, что является, впрочем, вполне естественным, ибо последние исследования гидробиологов с несомненностью устанавливают крупную роль микроорганизмов в образовании не только болотных и озерных, но и морских железных руд (12).

В своих предшествующих работах (17, 18) нам уже приходилось останавливаться на высоком значении организмов в минералообразующих процессах различных минеральных тел. Наши взгляды в этом отношении вполне совпадают со взглядами проф. Я. В. Самойлова, который, как известно, расценивал жизнедеятельность организмов как мощный фактор минералообразования (19).

Вместе с Я. В. Самойловым мы склонны видеть в Липецких железных рудах результат концентрации железа биохимическим путем. С нашей точки зрения *железные руды окрестностей г. Липецка являются биолитом*, образовавшимся в далекие от нас времена геологического прошлого. Тщетно стали бы мы искать теперь какие-либо непосредственные, морфологические доказательства их биогенного происхождения: рука времени уничтожила эти доказательства без следа. Нам остается поэтому единственный путь к правильному познанию процессов накопления Липецких железных руд — это путь сравнительного изучения с современными аналогичными образованиями. Он же приводит нас к заключению о *биохимическом происхождении Липецкого месторождения*.

Резюмируем теперь все изложенное выше и попытаемся нарисовать геохимическую историю железа Липецкого железорудного района.

В континентальный период, который установился в последевонское время, карбонатные породы девонского возраста стали подвергаться процессам химического и механического разрушения; в результате этого возник неровный, но сглаженный рельеф известняков, причем поверхность последних покрылась небольшим слоем продуктов их выветривания — тонкослойной глиной средней мощности в 0.1 м. Небольшая толщина коры выветривания находится, повидимому, в соответствии с чистотой разрушавшихся пород, содержавших сравнительно небольшое количество посторонних примесей в виде кластического материала.

Обособившиеся за это время отдельные неглубокие впадины и котловины заполнились впоследствии водой, дав начало целому ряду мелких озер, глубина которых, очевидно, редко превышала 15—20 м. В местах же несколько более возвышенных, в условиях мягкого, сглаженного рельефа, могли одновременно существовать болота, как это нередко наблюдается и в настоящее время. Очертание болот и озер и распределение их по поверхности, естественно, имели самую разнообразную форму и зависели только от рельефа известняка. Величина водоемов, как показывают результаты разведок (3), колебалась в значительных пределах, достигая в отдельных случаях длины до 2 км и ширины до 600 м.

Господствовавшие физико-географические условия были благоприятны для накопления в возникших озерах и болотах гидратов окислов железа. Однако, в юных стадиях развития озер накопление класти-

ческого материала шло значительно быстрее, чем накопление рудных отложений, и только когда озеро переживало более поздние периоды своего существования, когда принос глинистых и песчаных частиц значительно замедлялся, процессы рудообразования становились более эффективными и приводили к возникновению высокосортных рудных залежей. В виду того, что скорость накопления кластического материала в разных частях бассейна была неодинакова, что стояло в зависимости от рельефа дна и существования течений, и так как, кроме того, условия для накопления гидратов железа были также не всюду одинаковыми и могли меняться на очень коротких расстояниях, то в одном и том же озере могли одновременно образовываться „богатые“ и „бедные“ руды.

Самый процесс накопления руды происходил согласно законам конкреционного роста, причем во время своего образования конкреции нередко захватывали в себя окружающий их терригенный материал. Выпадение гидратов железа осуществлялось очевидно при посредстве жизнедеятельности микроорганизмов.

Гидраты окислов железа концентрировались в первую очередь вблизи поверхности известняков как коренных, так и находившихся во вторичном залегании, так как вокруг них возникала благоприятная основная среда.

Временное усыхание озер и последующее их заполнение водой влекло за собой более или менее энергичное механическое разрушение ранее образовавшихся конкреций бурого железняка, которые однако скоплялись в той же самой котловине, где они и образовались.

Источником для образования руды послужило тонко-рассеянное в природе железо. Здесь в широком размере проявилась аккумулярующая деятельность организмов.

Накопившиеся таким образом большие количества железных соединений не могли не оказать своего влияния на литологический состав более молодых геологических напластований. Влияние это сказывалось в том, что часть рудных минералов захватывалась трансгрессивно наступавшими морскими водами и перетлагалась, давая начало целому ряду железистых песков, песчаников, глин, конгломератов и т. д., которые мы находим как в юрских, так и в меловых осадках окр. г. Липецка. Вполне естественно, что роль рудного слоя по мере погребения его под все более и более молодыми осадками, становилось все менее и менее значительной, пока, наконец, почти вовсе не сошла на-нет к концу мелового времени.

Наряду с этим передвижением железа вверх, часть его перемещалась и в противоположном направлении, к поверхности девонских отложений. Здесь, однако, мы имеем дело уже преимущественно не с механическим передвижением рудных минералов, а с передвижением физико-химическим и химическим. Железосодержащие растворы, черпавшие

железо из рудного слоя, передвигались вниз и, встречая в ряде случаев на своем пути известковые девонские породы, вступали с ними в химическое взаимодействие, в результате чего первоначально возникал так называемый „оруденелый известняк“, находящийся к тому же обычно под рудным слоем (б), который с течением времени превращался в более богатую железную руду.

Такие передвижения железа вниз носили чисто местный и ограниченный характер, но, образуя весьма наглядные картины метасоматоза, вводили исследователей в заблуждение относительно истинного генезиса всего Липецкого месторождения в целом.

Подобные же химические перегруппировки и передвижки железа могли происходить и в самой рудной толще.<sup>1</sup>

Таким образом сказалось влияние основной рудной толщи окр. г. Липецка на выше- и нижележащие породы.

Перед лицами, занимающимися изучением Липецкого месторождения и перед учреждениями, ведущими исследование этого в высшей степени интересного уголка земной коры (как с теоретической, так и с практической точки зрения) стоит еще много вопросов, требующих своего разрешения.

К таковым следует отнести минералогическое изучение месторождения. Нам не вполне ясна еще конституция гидратов окислов железа как приуроченных к рудному слою, так и к отложениям иного геологического возраста. Возможно, вместе с тем, что детальная работа в этом направлении даст нам много нового и интересного, особенно в связи с недавними работами акад. Н. С. Курнакова (20), обнаружившего зависимость между способом образования современной железной руды и кривой ее нагревания.

Тщательный сбор минералогического материала поможет нам более подробно изучить парагенезис месторождения, а химико-минералогическое и оптическое изучение его даст, быть может, возможность установить более точно последовательность минеральных процессов.

Мы также совершенно недостаточно знаем химический состав Липецких руд и минералов. Особое внимание в этом отношении должно быть направлено на выяснение содержания в рудах более редких элементов, присутствие которых будет иметь научное, а может быть и практическое значение. Необходимо теперь же организовать систематическое

<sup>1</sup> Редкое нахождение в бурных железняках фауны, относящейся к среднему девону (2, стр. 12) должно быть отнесено именно за счет этого вторичного передвижения железа; в данном случае могли происходить процессы замещения карбоната кальция кусков девонского известняка с заключенной в них фауной, находящихся в песчано-глинистых (озерных, болотных) отложениях во вторичном залегании. Надо иметь также в виду, что некоторое химическое перемещение железа озерно-болотного происхождения могло иметь место еще во время существования самих озер и болот.



опробование Липецких руд на содержание в них ванадия, меди, никкеля, кобальта, мышьяка и ряда других элементов. Возможно, что в связи с этими работами железные руды Липецка приобретут интерес не только как руда на железо, но как, например, и на ванадий; в то же время установление соотношения между редко встречающимися элементами в различных типах Липецких железных руд способно будет пролить значительный свет на происхождение рудных образований.

Оставляет желать много лучшего литологическое изучение пород окр. г. Липецка. Это совершенно еще не затронутая никем область, в которой предстоит много интересной и чрезвычайно важной работы. Умелый, специальный подбор материала и рационально организованное лабораторное его изучение, на ряду с правильно поставленными вопросами, подлежащими разрешению (22), способны осветить генезис всех осадочных пород окрестностей г. Липецка и окончательно установить, таким образом, происхождение железных руд. При этом надо не упускать из виду уже ранее высказанное положение, что *всякое минеральное тело*, в том числе и железные руды, *есть продукт той среды, в которой они образовались*. Следовательно, наши первые усилия должны быть направлены в сторону изучения именно этой среды, т. е. всего комплекса осадочных пород Липецкого месторождения.

Установление типов осадков, изучение условий образования первичных и вторичных минералов, сравнительное изучение сопряженных между собою пород — вот главнейшие и актуальнейшие темы для будущих литологов Липецкого района.

Наконец, и в части геологических исследований предстоит еще как мы видели, разрешение ряда вопросов. Они связаны главным образом с более точным установлением возраста как песчано-глинистых пород рудной толщи, так и тех осадков, которые карманами и линзами вдаются в рудную толщу и ныне принимаются за каменноугольные.

Перечисленные вопросы, связанные с Липецким месторождением и изложенные выше, не могут быть, конечно, разрешены в короткий срок одним лицом. Здесь требуется напряженная работа целого коллектива. Вместе с тем, нельзя из всей серии вопросов выделить для проработки некоторые, остальные же оставить без разрешения; в этом случае мы легко могли бы впасть в ряд непоправимых ошибок и только затянуть изучение Липецкого месторождения.

Будем надеяться, что большая работа, проводимая в настоящее время Московским районным геолого-разведочным управлением по Липецким рудам, даст нам исчерпывающие ответы на затронутые вопросы.

Минералогический институт  
1 Московского университета.

5 V 1930 г.

## СПИСОК ЦИТИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. П. А. Земятченский. Железные руды центральной части Европейской России. Т. СПб. Общ. ест., отд. геол. и мин., 1889, 20.
2. И. И. Никшич и Я. А. Олейников. Липецкий железорудный район. Воронеж, изд. Обл. сов. нар. хоз. ЦЧО, 1929.
3. „Перспективы Липецкого железорудного района по разведкам 1929 г.“ Составили И. И. Никшич, Я. А. Олейников, Д. И. Покровский и Б. Н. Семихатов, под ред. И. И. Никшича. Л., изд. Инст. по проект. металл. завод., 1930 (лит. изд.).
4. И. И. Никшич и Д. И. Покровский. Выводы и перспективы — статья в сборнике „Перспективы Липецкого“... (3).
5. И. И. Никшич и Д. И. Покровский. Поверхность девонских известняков. Там же.
6. И. И. Никшич и Д. И. Покровский. Характер рудной толщи. Там же.
7. Б. Н. Семихатов и Т. Н. Давыдова. Новые данные по геологии Липецкого железорудного района. Там же.
8. Я. В. Самойлов. К вопросу об условиях залегания и парагенезисе железных руд Центральной России. Прот. зас. Моск. общ. исп. прир., 1900.
9. В. Эммонс. Введение в учение о рудных месторождениях, 1926.
10. V. M. Goldschmidt. On the Metasomatic Processes in Silicate Rocks. Econ. Geol. 1922, 17, 105—128.
11. А. К. Болдырев. Курс описательной минералогии, вып. II. Л., 1928.
12. В. А. Обручев. Рудные месторождения. Часть описательная. ГИЗ, 1929.
13. Kreutz v. Scheele. Über die Seerzführung des Jänisjärvi in Ostfinnland. Z. f. prakt. Geol., 1922, H. 9, 125—126.
14. А. К. Мейстер. Металлические полезные ископаемые СССР, 1926.
15. Б. Перфильев. Новые данные о роли микробов в рудообразовании. Изв. Геол. ком., 1926, № 7, 795—817.
16. В. С. Буткевич. Образование морских железо-марганцевых отложений и участвующие в нем микроорганизмы. Т. Морск. научн. инст., 1928, 3, вып. 3.
17. Я. В. Самойлов и Л. В. Пустовалов. К литологии карбонатных осадочных пород. Известняки и мергеля Поволжья Тверской губ. Т. Инст. прикл. мин. и петр., 1926, вып. 26.
18. Л. В. Пустовалов. Месторождение селитры близ с. Урсдон в Сев. Осетии. И. Асс. научно-иссл. инст. при физ.-мат. фак. ИМГУ, 1929, 2, вып. 2.
19. Я. В. Самойлов. Биолиты. Посмертный сборник статей, 1929.
20. Н. С. Курнаков и Е. Я. Роде. О химической природе естественных гидратов окиси железа. И. Инст. физ.-хим. анал., 1927, 3, вып. 7, 305.
21. Я. В. Самойлов. О генезисе железных руд Центральной России (в настоящем томе).
22. Л. В. Пустовалов. О новых путях геологии и о литологической карте СССР-В. ГГРУ, 1930.

**L. Pustovalov. Über die Genesis der Lipetzkiſchen Eisenerze**

## Résumé

Verfasser widmet den ersten Teil seiner Arbeit einer eingehenden Analyse der in der Literatur bestehenden Daten betreffend die Brauneisensteinlager in der Umgegend von Lipetzki; das ganze Material ist aus Quellenfrüherer Untersuchungen geschöpft. Verfasser unterwirft einer kritischen Prüfung die Arbeiten von P. Zemiatčenskij, J. Nikšić und A. Semichatov die das Eisenerz aus der Umgegend von Lipetzki als Resultat einer Metasomatose von Kalkstein betrachtet haben. Das Fehlen von entsprechender Paragenesis, von einer plausiblen Eisenquelle, von näherem Zusammenhang zwischen Erz und unterlagernden Kalksteinen, die Morphologie des Erzes selber und zahlreiche andere Daten sprechen keineswegs zugunsten der Annahme einer Metasomatose, wie sie P. Zemiatčenskij seinerzeit vorgebracht hat.

Das Eisenerz (Brauneisenstein) liegt in Vertiefungen auf der unebenen Fläche des Devonischen Kalksteins und ist öfters von Sanden und Tonen karbonischen Alters durchschichtet.

Die Erzanhäufungen sind von nestartiger Beschaffenheit. Der eigentliche Erzhorizont stellt eine normale Sedimentbildung dar. Es ist kein allmählicher Übergang von Limonit in Kalkstein zu beobachten. Verfasser schliesst daraus, dass das Eisenerz dem Sand und Ton der kohleführenden Schicht  $C_1^h$  syngenetisch ist. Seines Erachtens zeugen alle Tatsachen davon dass das Eisenerz in der Umgebung von Lipetzki ein uraltes See- (teilweise Sumpf-) Eisenerz darstellt, das sich während des im europäischen Russland in postdevonischen Zeiten eingetretenen kontinentalen Régimes gebildet hat.

---