

Т Р У Д Ы
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫП. 42. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (№ 12)

А. И. Кравцов и М. М. Элисон — К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ГАЗОНОСНОСТЬ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ДОНЕЦКОМ БАССЕЙНЕ. С. Е. Колотухина — О ВУЛКАНОГЕННОЙ ФАЦИИ НИЖНЕГО КАРБОНА В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ. Б. М. Келлер — ВЕРХНЕМЕЛОВОЙ ФЛИШ НА ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ. К. В. Никифорова — ОЧЕРК КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ИСТОРИИ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА В РАЙОНЕ ВЕРХОВЬЕВ рр. ТОБОЛА И СУУНДУКА. Г. С. Конникова — К ВОПРОСУ О ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЯХ ГЛИН ПРИ УСАДКЕ
(В порядке постановки вопроса).

А. И. КРАВЦОВ и М. М. ЭЛИНСОН

**К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ГАЗОНОСНОСТЬ
УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ДОНЕЦКОМ БАСЕЙНЕ**

В тезисах доклада товарища В. М. Молотова на XVIII Съезде ВКП(б) о третьем пятилетнем плане развития народного хозяйства СССР (1938—1942 гг.) сказано: «Развить добычу угля до уровня, обеспечивающего не только покрытие текущих потребностей страны, но и создание хозяйственных запасов и государственных резервов». «Всего за пятилетие заложить новых каменноугольных шахт на общую мощность 150 млн. т, с вводом в действие 130 млн. т».

При выполнении этого огромнейшего задания немаловажную роль должно сыграть разрешение проблемы прогноза газоносности угольных месторождений, что возможно лишь на основе глубоко научного изучения факторов, от которых зависит указанная газоносность, и в частности факторов геологических и гидрогеологических.

Прогноз газоносности создает возможность эффективно бороться с газовойделением как в ныне действующих шахтах, так и во вновь задаваемых.

Неразрешенностью этого, имеющего огромнейшее народнохозяйственное значение вопроса уже в настоящее время лимитируется добыча многих шахт, и вследствие этого страна теряет сотни тысяч тонн угля и создаются предпосылки для взрывов в газовых шахтах. Изучением геологических условий газовойделений в шахтах у нас в Союзе начали заниматься с 1937 г. (работы Академии Наук, проводящиеся под общим руководством акад. А. А. Скочинского), но к гидрогеологическим исследованиям в этой области приступили лишь в 1938 г., когда стала очевидной необходимость выяснения вопроса о влиянии подземных вод на газовойделение. В результате работ 1937 г. геологи Н. М. Страхов, М. П. Казаков и др. Института геологических наук АН поставили как «одну из первоочередных и насущнейших задач, — изучение связи газа и подземных вод», без чего «масса материалов по геологии донецких газов остается непонятной». В связи с этим Институтом с 1938 г. проводится комплексное изучение геологических и гидрогеологических условий газовойделений в шахтах двух районов — Горловского и Боково-Хрустальского, совершенно различных по своей геологической структуре и гидрогеологическим условиям.

Горловский район охватывает западную часть главного антиклинала. К югу от этой складки расположена крупная Кальмиус-Тореская котловина, к северу — главная синклинали Донецкого бассейна, западное продолжение которой носит название Боково-Хрустальской мульды.

Главный антиклиналь (Горловский) характеризуется крутым залеганием пород, с падением от 70° на крыльях до 30° в осевой части, и пересекается

¹ Работы, публикуемые в настоящем выпуске, написаны авторами в порядке соревнования, проведенного в Институте геологических наук АН в связи с созывом XVIII Съезда ВКП(б). *Дирекция Института геологических наук АН СССР.*

в нескольких местах основными тектоническими нарушениями, сопровождающимися разрывами сплошности пород и большими смещениями.

Южное крыло главного антиклинала в Горловском районе разорвано большим надвигом, подходящим с востока, от оси антиклинала. Этим надвигом породы надвинутого крыла смещены на восток и смяты в складки на площади, прилегающей к зоне разлома.

Другой надвиг проходит по оси антиклинала в западной части района.

Кроме этих основных больших нарушений, район характеризуется большим количеством мелких сбросов и нарушений, пересекающих антиклинал в разных направлениях.

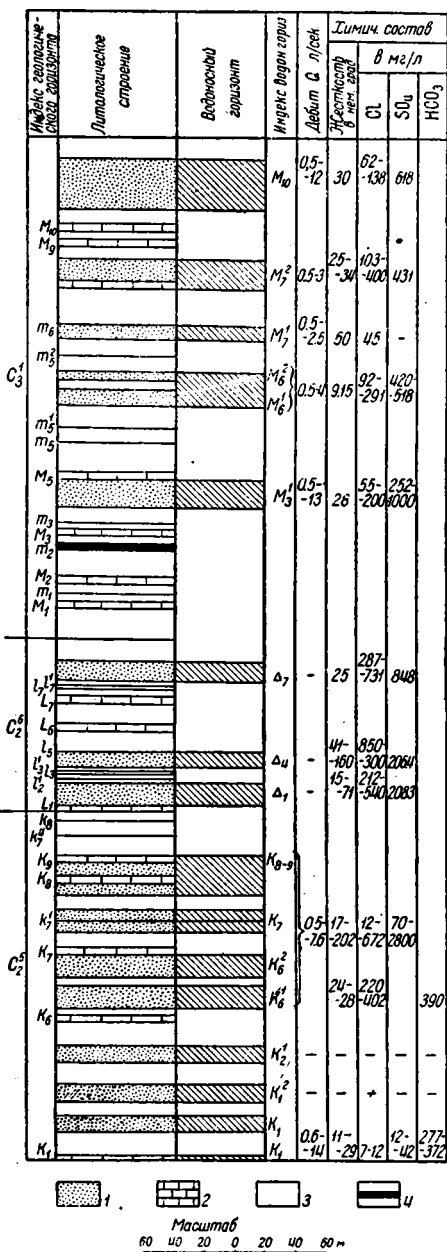
Древнейшими отложениями Горловского района являются каменноугольные, представленные серией песчаных и глинистых пород, переслаивающихся с угольными пластами и известняками, имеющими малую мощность. Из них наиболее твердыми и трещиноватыми породами являются известняки и песчаники.

По возрасту каменноугольные отложения относятся к верхнему (свиты $C_3^1-C_3^3$) и среднему (свиты $C_2^2-C_2^6$) отделам. Выше следуют пермокарбон (РС), пермь (Р) и послетретичные породы, представленные аллювиальными речными и овражными отложениями и покровными суглинками.

В гидрогеологическом отношении главнейшая роль принадлежит каменноугольным отложениям, в которых водоносные горизонты приурочены к песчаникам, известнякам и песчанистым сланцам. Важнейшими водоносными горизонтами в Горловском районе являются:

Свита C_2^5 : песчаники K_1 , K_1^2 и K_2^1 (выше известняка K_1); песчаник K_6^1 (первый песчаник выше известняка K_6); песчаники K_6^2 , K_7 , K_{8-9} .

Свита C_2^6 : песчаник Δ_1 (песчаник выше известняка L_1) дает выход воды по пластам k_7^4 , k_8 ; песчаник Δ_4 — по пластам l_2^1 , l_3 и l_3^1 ; песчаник Δ_7 — по пластам l_7 , l_7^1 .



Фиг. 1. Сводная гидрогеологическая колонка Горловского района для свит C_5^2 , C_2^6 , C_3^1 .

1 — песчаники; 2 — известняки; 3 — сланцы; 4 — уголь.

Свита C_3^1 : песчаник M_3^1 (песчаники выше известняка M_3) дает выход воды по пласту m_2 ; песчаники M_6^1 и M_6^2 — по пластам m_5 и m_5^1 ; песчаники M_7^1 , M_7^2 , M_{10} (выходы воды по квершлагам шахт).

данных «Углеразведки»¹, достигает от 10 700 до 11 000 м³/сутки. Основные наблюдения по выяснению влияния гидрогеологических условий на газоносность угольных месторождений в Горловском районе мы производили по шахтам: 1) № 1—3 им. Кочегарки, 2) № 5 им. Ленина и 3) «Комсомолец».

Участок рудника им. Кочегарки расположен в северо-восточной части планшета VI—20 детальной геологической карты; с восточной стороны он граничит с шахтой № 8-а им. Сталина и шахтой № 8-9 а на западе — с участком шахты № 5 им. Ленина.

Рельеф на участке сравнительно спокойный, наибольшая разность высот достигает 62,2 м.

Геологический разрез и основные рабочие горизонты шахты № 1—3 им. Кочегарки можно видеть на схематическом гидрогеологическом разрезе по квершлагам (фиг. 2).

Г о р и з о н т 4. На горизонте 4 наблюдается незначительное увлажнение; так, например, в северном квершлага на участке № 36 имеется небольшой капез, а в 40 м от ствола из пород свиты С₂⁶ наблюдается течь в виде отдельных струй.

Г о р и з о н т 5. Основными рабочими пластами являются k₂, k₂¹, k₂², k₃, k₄, k₅, l₂¹ и m₂². Горизонт почти сухой, только в 150 м от ствола имеется выход воды в виде источника с расходом 18—20 м³/час. Вода поступает из известняка K₅, находящегося в кровле пласта k₄, который был вскрыт выработками в 1936 г. В 250 м от ствола также имеется выход воды в виде отдельных струй с общим расходом 10,5 м³/час; вода идет из песчаника, являющегося почвой пласта k₇⁴. На участке № 28 (Дерезовка) северного квершлага имеется капез из песчаников, залегающих в кровле пласта k₅. Общий расход источника 1 м³/час. На более глубоких горизонтах приток воды увеличивается, потому что углубляющимися горными выработками дренируются более глубокие водоносные горизонты. Вычислим коэффициент водообильности (K_в) по формуле:

$$K_{в} = \frac{Q}{p},$$

где Q — количество откачиваемой воды из шахты в м³/сутки;

p — количество добываемого ископаемого в т/сутки.

Подставив в формулу числовые значения букв, получим:

$$K_{в} = 0.74.$$

Необходимо отметить, что восточное крыло южного участка шахты более обводнено, так как большее нарушение пород этого крыла создает прямую связь с поверхностными водами, протекающими по верховью балки Корсунь с прудом на ней.

Следующая шахта № 5 им. Ленина, детально обследованная нами, расположена от шахты № 1—3 им. Кочегарки на запад в 3.25 км. Гидрогеологический разрез и горизонты даны на схематическом разрезе по квершлагам (фиг. 3).

Горизонт 1 в данное время не разрабатывается и закрыт, поэтому установить, к каким водоносным горизонтам приурочены выходы воды, не удалось.

Горизонт 2 отличается значительной водообильностью, вода поступает из песчаника, залегающего в кровле пласта k₇¹, по трещинам, достигающим ширины 3—5 мм.

Горизонт 4 также водообильный, вода поступает с кровли песчаника, залегающего под пластом k₃.

¹ Гидрогеология по горловскому комплексу (геологический отзыв).

Legend:

- 1: Stippled pattern
- 2: Horizontal lines
- 3: White
- 4: Diagonal lines
- 5: Vertical lines

Labels in the diagram (from top to bottom):

- г. Дачини m₉
- г. Коски джунка m₈
- г. Пушкита m₅
- г. Тарчмил m₁
- г. Токул m₄
- г. Бадамил m₁₀
- г. Маджиян m₁
- г. Купунхед m₂
- г. Ковенка m₉
- г. Сапка m₄
- г. Конбек m₁
- г. Акекчол m₁
- г. Рина m₃
- г. Баулик m₅
- г. Кирбек m₁
- г. Девзот m₃
- г. Дыпак m₁

Numbers in the diagram (from top to bottom):

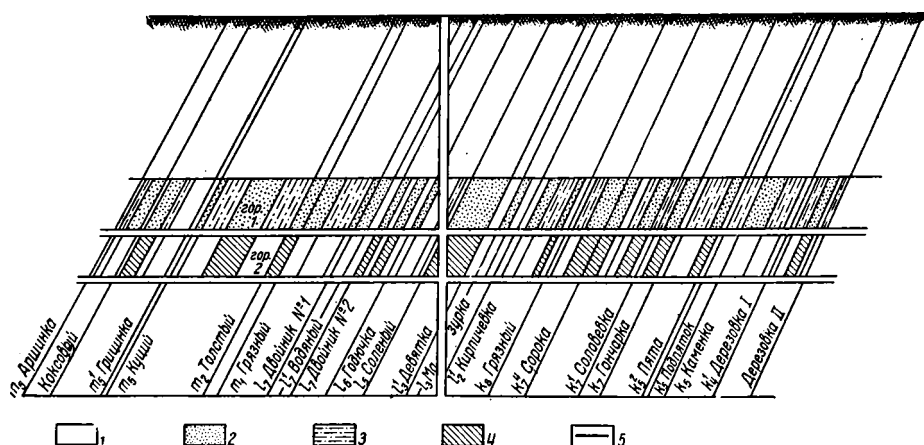
- 2.1
- 2.2
- 2.3
- 4
- 2.5
- 2.6
- 2.7
- 2.8
- 2.9
- 2.10
- 2.11
- 2.12
- 2.13
- 2.14
- 2.15
- 2.16
- 2.17
- 2.18
- 2.19
- 2.20
- 2.21
- 2.22
- 2.23
- 2.24
- 2.25
- 2.26
- 2.27
- 2.28
- 2.29
- 2.30
- 2.31
- 2.32
- 2.33
- 2.34
- 2.35
- 2.36
- 2.37
- 2.38
- 2.39
- 2.40
- 2.41
- 2.42
- 2.43
- 2.44
- 2.45
- 2.46
- 2.47
- 2.48
- 2.49
- 2.50
- 2.51
- 2.52
- 2.53
- 2.54
- 2.55
- 2.56
- 2.57
- 2.58
- 2.59
- 2.60
- 2.61
- 2.62
- 2.63
- 2.64
- 2.65
- 2.66
- 2.67
- 2.68
- 2.69
- 2.70
- 2.71
- 2.72
- 2.73
- 2.74
- 2.75
- 2.76
- 2.77
- 2.78
- 2.79
- 2.80
- 2.81
- 2.82
- 2.83
- 2.84
- 2.85
- 2.86
- 2.87
- 2.88
- 2.89
- 2.90
- 2.91
- 2.92
- 2.93
- 2.94
- 2.95
- 2.96
- 2.97
- 2.98
- 2.99
- 300

Фиг. 3. Схематический гидрогеологический разрез шахты № 5 имени Ленина. 1 — песчаники; 2 — песчанистые сланцы; 3 — глинистые сланцы; 4 — водоносные горизонты; 5 — уголь.

5

Приток воды с глубиной возрастает; при этом восточное крыло шахты, приближающееся к работам шахты № 5 им. Ленина (упомянутой выше), значительно больше обводнено, чем западное.

Таким образом, мы видим, что из обследованных трех шахт Горловского района, расположенных на южном крыле антиклинала и разрабатывающих примерно одни и те же пласты, шахта № 5 им. Ленина самая обводненная ($K_p = 1.89$). Это объясняется тем, что шахта находится в других гидрогеологических условиях, вызванных тектоническими нарушениями, по которым происходит интенсивная инфильтрация поверхностных вод, преимущественно из большого пруда, расположенного вблизи от шахты № 5 им. Ленина. Кроме того, это явление, очевидно, можно объяснить еще и тем, что шахта № 1—3 им. Кочегарки находится в иных геоморфологических условиях, чем шахта № 5 им. Ленина, а именно расположена значительно выше, чем шахта № 5, которая дренирует все время статические запасы подземных вод района.



Фиг. 4. Схематический гидрогеологический разрез шахты «Комсомолец» Горловского района.

1 — сланцы; 2 — песчаники; 3 — песчаные сланцы; 4 — водоносные горизонты; 5 — уголь.

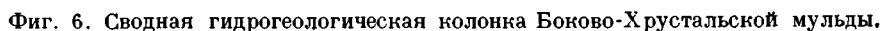
Второй исследованный нами район — Боково-Хрустальская мульда, являющаяся главной синклинальной складкой Донецкого каменноугольного бассейна. Ось ее проходит в северной и северо-восточной частях района, с наклоном в $7-12^\circ$ на запад-северо-запад. Угол падения слоев у оси мульды $5-4^\circ$, к крыльям постепенно увеличивается и достигает $40-50^\circ$, причем северное крыло несколько круче южного. Это относительно пологое и простое строение мульды осложняется серией больших и более мелких разломов, ориентированных близко к меридиональному простираанию. Значительная часть этих нарушений на поверхности не обнаруживается, а устанавливается только в выработках шахтных полей. Другой формой нарушения сплошности пород, слагающих мульду, является трещиноватость.

В строении Боково-Хрустальской мульды в исследованном районе принимают участие средне- и верхнекаменноугольные отложения. Как видно на гидрогеологической схеме (фиг. 5), мульда слагается свитами пород C_3^1 и $C_2^6-C_2^2$. Из них преобладающее место в исследуемом районе занимает свита C_2^6 , охватывающая всю центральную часть района мульды, и в меньшей степени свиты C_3^1 и C_2^5 .

В литологическом отношении эти свиты представлены в основном песчаными и глинистыми материалами, с редкими прослоями известняков и угля.

В Воково-Хрустальском районе основные водоносные горизонты приурочены главным образом к свитам C_2^5 и C_2^6 и меньше — к свите C_3^1 (см. сводный гидрогеологический разрез на фиг. 6).

1-й водоносный горизонт приурочен к крупнозернистым песчаникам мощностью 16 м, залегающим под пластом К₅ (Боковским), который вскрыт



2-й водоносный горизонт приурочен к известняку К₈ мощностью 1,5 м и к нижележащим грубозернистым песчаникам, которые вскрыты шахтой № 17 bis при проходке ее на пласт К₇ (Княгининевский) и шахтой № 152. Дебит родников, приуроченных к этому известняку, достигает в настоящее время 400 м³/сутки, а при вскрытии шахтой № 17 bis составлял 1200 м³/сутки.

В свите C_2^6 имеется шесть основных водоносных горизонтов.

2-й водоносный горизонт приурочен к грубозернистым песчаникам с конгломератами, залегающими под Садовым пластом (I_2). Мощность песчаников 30 м. При вскрытии этих песчаников буровой скважиной, заложенной в зумпфе скипового ствола шахты № 16 bis «Известия», вода ударила

сильным фонтаном под напором 7 атм. Толща глинистых и песчаных сланцев в 67 м, залегающих над рабочими пластами l_2 и l_2^1 , почти не водоносна.

3-й водоносный горизонт связан с известняком L_4 , лежащим над пластом l_3 (Алмазным), вскрытым шахтами № 21 и 10.

4-й водоносный горизонт приурочен к известняку L_5 мощностью 1.4 м. Над ним, отделенный небольшим прослоем сланцев, а в отдельных случаях непосредственно, залегают песчаник, грубозернистый, трещиноватый, мощностью 30 м. Таким образом, мы имеем один общий водоносный горизонт мощностью 31.4 м.

Дебит родников, приуроченных к этому горизонту, достигает 150 м³/сутки, а в отдельных случаях 250 м³/сутки. Этот водоносный горизонт дренируется шахтой № 16 bis «Известия» через сброс и тем самым сильно обводняет шахту.

5-й водоносный горизонт связан с известняком L_6 мощностью 1.5 м. Этот известняк и все вышележащие породы, вплоть до известняка L_7 в районе шахт № 16 bis и 16, пересечены большим сбросом, который доходит только до водоносного песчаника, залегающего над известняком L_5 . Таким образом, этот главный сброс, сопровождаемый более мелкими нарушениями в районе шахт № 16 bis «Известия» и № 16 им. Л. М. Кагановича, соединяет все вышележащие водоносные горизонты, приуроченные к известнякам L_6 и L_7 . По этому сбросу очень большое количество воды поступает из поверхностных водоемов в шахты. Так, например, в шахте № 16 при вскрытии выработками сброса в одном из уклонов приток воды увеличился примерно в 5.7 раза. Это, очевидно, происходит за счет инфильтрации воды из пруда, находящегося на линии сброса.

6-й водоносный горизонт приурочен к мощным (40—50 м) грубозернистым песчаникам, залегающим под антрацитовым пластом l_7 . Дебит родников из этих песчаников достигает 215 м³/сутки.

Свита C_3^1 верхнего отдела каменноугольной системы расположена по оси синклинали, на западе исследуемого района. Сложена эта свита преимущественно сланцами, чередующимися с относительно мощными известняками (до 2.5 м), при почти полном отсутствии грубых песчаников.

Поэтому в этой свите в пределах исследованного района основные водоносные горизонты приурочены к известнякам, которых здесь имеется пять (от M_1 до M_5). Дебит отдельных родников, связанных с этими известняками, достигает 100 м³/сутки, а в местах, где каптирован ряд родников, как, например, в балке Заклятой, достигает 900 м³/сутки. Рабочими пластами в этой свите являются m_2 и m_4 у с. Красный Кут. Пласты залегают среди толщи сланцев, поэтому в большинстве случаев при их разработке горные работы ведутся в сравнительно сухих условиях.

В Боково-Хрустальском районе, благодаря мульдобразной структуре, созданы благоприятные условия для накопления больших запасов воды, что и было отмечено при наших исследованиях в этом районе.

Основные наблюдения над влиянием геолого-гидрогеологических условий на газосность угольных месторождений в Боково-Хрустальском районе производились по шахтам № 7/8 «Карл» и 16 bis «Известия», разрабатывающим одни и те же пласты (Садовый и Хрустальский), шахтам № 21 и 10, разрабатывающим пласт l_3 (Алмазный), и шахте № 152, разрабатывающей пласт k_7 (Княгининевский) свиты C_2^5 .

Шахта № 7/8 «Карл» разрабатывает пласты l_2 и l_2^1 в сухих условиях, благодаря тому, что они отделены от вышележащих водоносных горизонтов толщей глинистых сланцев общей мощностью 60 м. Сами же сланцы почти не водоносны. Коэффициент водообильности этой шахты равен 1.27.

По наряду с этим шахта № 7/8 «Карл» является внекатегорийной по газу.

Шахта № 16 bis «Известия», также газовая, разрабатывает те же пласты, но, как указывалось выше, находится в иных гидрогеологических условиях и сильно обводнена (коэффициент водообильности 2.12). Обводняется она по трещинам, преимущественно за счет водоносных горизонтов залегающих выше пластов.

Тектонические нарушения рассекают всю серию пород, залегающих выше разрабатываемых пластов. Часто наблюдаются случаи (11-я лава), когда пласт угля 1_2^1 (Хрустальский) разбит трещинами, по которым циркулирует вода, в результате чего пласт в отдельных местах влажный. С другой стороны, вода, заключенная в песчаниках, залегающих под Садовым пластом и находящаяся под большим напором (до 7 атм), как указывалось выше, проникает по сбросам в вышележащие породы. Поэтому Садовый пласт в этой шахте в большей своей части влажный, что, может быть, является одной из причин, почему он меньше загазован, чем выше лежащий Хрустальский пласт.

Шахта № 21 разрабатывает пласт 1_3 (Алмазный), в кровле которого залегает известняк L_4 , обводняющий разрабатываемый пласт. Помимо этого, водоносные горизонты, залегающие выше пласта, обводняют шахту по тектоническим нарушениям. Коэффициент водообильности шахты № 21 3.0; в то же время метанообильность значительная.

Ниже приводятся примеры такой же связи метанообильности с обводненностью, хорошо наблюдающейся и по ряду шахт Горловского района.

Как уже указывалось выше в общем описании гидрогеологии Горловского района, обследованные шахты № 1—3 им. Кочегарки, № 5 им. Ленина и «Комсомолец» находятся в различных гидрогеологических условиях, несмотря на то, что они разрабатывают примерно одни и те же пласты. Так, например, шахта № 1—3 им. Кочегарки имеет коэффициент водообильности 0.74 и в то же время является внекатегорийной по газу. С другой стороны, шахта № 5 им. Ленина сильно обводнена, коэффициент водообильности 1.89; шахта относится к 1-й категории по газу.

Более сухой является шахта «Комсомолец», расположенная к западу от шахты № 5. Коэффициент водообильности ее равен 1.01. По метанообильности эта шахта относится к 3-й категории. Восточное крыло шахты, приближающееся к работам шахты № 5 им. Ленина, менее загазовано и более обводнено, а западное крыло сухое и отличается большой газообильностью. Такая же закономерность подмечена и по шахте № 1—3 им. Кочегарки. Кроме того, замечено, что когда пласты залегают среди неводоносных пород, они сухие и больше всего загазованы, и здесь весьма часто бывают внезапные или суфлярные выделения. Это очень хорошо наблюдается в шахте «Комсомолец» по пласту Мазурка (1_3), который является сухим, пыльным, с частыми суфлярными выделениями. Пласт Мазурка в кровле прикрыт глинистыми сланцами, а в почве его залегает безводный песчаник, в то время как на шахте № 1—3 им. Кочегарки этот же пласт Мазурка сырой, так как в почве его залегает водоносный крупнозернистый песчаник (фиг. 2 и 4). Поэтому и явления суфлярных выделений газа из этого пласта здесь значительно реже.

Аналогичное явление имеет место с пластом Кирпичевка (1_2^1) по этим же шахтам. Оно, повидимому, также объясняется тем, что пласт Кирпичевка по шахте им. Кочегарки обводняется за счет водоносного песчаника, залегающего в кровле пласта и отделенного от последнего очень тонким прослоем песчанистых сланцев, в то время как на шахте «Комсомолец» пласт Кирпичевка залегает среди толщи неводоносных глинистых сланцев и поэтому он сухой и пыльный.

Таким образом, по приведенным данным можно сделать предварительные выводы о наличии несомненной связи подземных вод и метанообильности некоторых шахтных участков Горловского и Боково-Хрустальского районов.

Теперь остановимся несколько подробнее на вопросе о том, какое влияние оказывает процесс растворения метана в воде на газовый режим угольных пластов и вмещающих пород.

Несмотря на незначительную растворимость метана в воде по сравнению с другими газами (CO_2 , H_2S , NH_3 , SO_2 и др.), это явление может оказывать значительное влияние на газовый режим. Проходя сквозь толщу пород и угля, насыщенных метаном, вода может растворить 37 см^3 последнего в литре, при давлении метана над водой $P = 760 \text{ мм рт. ст.}$ и температуре 15° . Так как давление метана в пласте во много раз превышает 760 мм , то и количество растворяющегося метана в воде на самом деле значительно больше. Не имея в своем распоряжении данных о давлениях в пластах, мы будем в дальнейшем принимать растворимость метана в $37 \text{ см}^3/\text{л}$, чем преуменьшим роль воды в дегазации пластов. Если учесть, что вода протекает через данную толщу в течение продолжительного времени, и принять во внимание значительный приток воды, то станет ясным, каким важным дегазирующим фактором является она. И если бы вода могла проникать во все поры и капилляры, заполненные газом, то, несомненно, дегазация угольных месторождений протекала бы во много раз быстрее, чем это имеет место в действительности. Но так как даже в самых обводненных участках значительное количество газа находится в замкнутых, непроницаемых для воды порах и тончайших капиллярах, откуда газ может мигрировать только в силу газопроницаемости угля и пород, то в природных условиях процесс дегазации обводненных участков надо рассматривать как целый комплекс процессов, зависящих от:

- 1) геологических условий, места залегания пласта и т. д.;
- 2) гидрогеологических условий;
- 3) растворимости метана в воде;
- 4) формы взаимосвязи газа с углем и прочих физико-химических причин.

Так как в данном случае мы рассматриваем только влияние процесса растворения на дегазацию, то постараемся с помощью расчетов показать разницу между скоростью дегазации сухих и мокрых пластов, не учитывая всех прочих причин. Примем, что мы имеем полого залегающий на глубине 200 м угольный пласт, сильно газовый, мощностью 1 м , перекрытый мелкозернистым песчаником. По системе трещин через этот пласт сверху вниз проходит вода с притоком 1 л/мин. на площадь в 1 м^2 , что отвечает действительным условиям во многих шахтах Боково-Хрустальского района, по данным гидрогеологического отряда Донбасской геологической партии Института геологических наук.

Газосодержание угля 200 л на 1 кг . Мы умышленно преувеличили газосодержание угля по сравнению с данными Буянова (работы МакНИИ 1934 г.) и Быкова, которые исследовали газосодержание в угле после его удаления из пласта, т. е. после большой потери газа. Газопроницаемость через сухой среднезернистый песчаник $4.34 \text{ см}^3/\text{мин. см}^2$ на сантиметр длины, при $P = 135 \text{ атм.}$ (По данным МакНИИ. «Безопасности горных работ»).

Весь расчет будем вести на сечение в 1 м^2 .

Количество газа, заключенного в пласте, на сечение в 1 м^2

$$V = h \cdot F \cdot \gamma \cdot g,$$

где V — количество газа;

$h = 1 \text{ м}$ — мощность пласта;

$F = 1 \text{ м}^2$ — сечение;

$\gamma = 1.7 \text{ м}^3/\text{т}$ — удельный вес;

$g = 200 \text{ м}^3/\text{т}$ — газосодержание.

$$\bar{V} = 1 \times 1 \times 1.7 \times 200 = 340 \text{ м}^3.$$

В час через сечение в 1 м² проходит $q \ 1 \times 60 = 60$ л воды.

В этом количестве воды может раствориться $60 \times 0.037 = 2.22$ л метана, что даст в сутки $2.22 \times 24 = 53.28$ л, или $q = 0.05328$ м³.

Следовательно, время полной дегазации пласта (t) будет:

$$t = \frac{V}{q} = \frac{340}{0.05328} \approx 6400 \text{ суток},$$

или

$$\frac{6400}{365} \approx 17.5 \text{ лет.}$$

Следовательно, если бы вода в течение 17.5 лет протекала через этот пласт, проникая во все заполненные газом поры, со скоростью 1 л/мин. м², то она полностью дегазировала бы этот пласт при условии, что в последнем не происходило бы нового газообразования и не поступал газ из других пластов. Предположим теперь, что дегазация рассматриваемого нами выше пласта протекает только при помощи миграции газа сквозь породы, без учета трещин и других нарушений.

Будем считать, что газопроницаемость прямо пропорциональна площади соприкосновения и обратно пропорциональна толщине покрывающих пласт пород. На самом деле зависимость более сложная и выражается эмпирической формулой Дарси для движения воды и газа через водопроницаемые и газопроницаемые материалы:

$$v = \frac{KF \cdot (P_2 - P_1)}{\mu \cdot L},$$

де v — скорость прохождения газа через все сечение данной породы;

K — коэффициент проницаемости;

F — площадь поперечного сечения;

$P_2 - P_1$ — разность давления газа;

μ — коэффициент вязкости газа;

L — толщина данной породы.

Так как разность давлений по мере прохождения газа сквозь породы будет уменьшаться за счет сопротивления, испытываемого газом, то и скорость миграции с толщиной уменьшается более чем пропорционально.

По принятому нами упрощенному способу подсчета количество газа, мигрирующего через песчаник толщиной в 200 м, в минуту составит:

$$Q_{\text{мигр}} = \frac{KF}{H} = \frac{4.34 \times 10\,000}{20\,000} = 2.17 \text{ см}^3/\text{мин},$$

где Q — количество мигрирующего газа;

$K = 4.34$ см³/мин. — коэффициент газопроницаемости;

F — площадь соприкосновения;

H — толщина пород.

В сутки $Q_{\text{мигр}} = 2.17 \times 60 \times 24 = 3100$ см³/сутки, или 0.0031 м³/сутки.

Время полной дегазации пласта

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{340}{0.0031} = 109\,700 \text{ суток},$$

или

$$\frac{109\,700}{365} \approx 300 \text{ лет.}$$

Расчеты эти, конечно, грубы и приближенны и не учитывают ряда природных факторов, но все же показывают, что дегазация обводненных пластов проходит во много раз (по расчетам $\frac{300}{17.5} \approx 17$ раз) скорее, чем сухих.

Не случайна поэтому связь между обводнением шахт и их загазованностью, замеченная Донбасской геологической экспедицией Академии Наук, как нами выше отмечалось на ряде примеров, когда шахты сильно газовые

являются сухими и, наоборот, малогазовые обводненными. На самом деле такое положение может иметь место не всегда. Сухие шахты могут быть малогазовыми из-за трещиноватости окружающих пород, геологических нарушений и прочих причин, и, наоборот, обводненные шахты — сильно газовыми в случае недавнего обводнения, вызванного обрушением пород при выработках и соединением вышележащих водоносных горизонтов с разрабатываемым пластом, а также и в том случае, когда пласт обводняется по изолированным трещинам. Все же для большинства случаев замеченную закономерность можно считать доказанной.

Теперь проследим судьбу газа, унесенного из угольного пласта водой.

Между растворенными газами и газами в свободном состоянии устанавливается подвижное равновесие — состав свободной газовой фазы влияет на количество растворенных газов в воде. Следовательно, когда вода выходит из насыщенного газом угля и пород и попадает в породы, менее насыщенные им, или в выработанное пространство, то равновесие это нарушается и из воды начинает выделяться газ до восстановления нового равновесного состояния, отвечающего процентному составу газовой фазы в породах или в выработанном пространстве.

Таким образом, вода способствует равномерному распределению газа по пути своего следования и является переносчиком газа из более насыщенных газом горизонтов в горизонты, более бедные металом.

На основании всего вышесказанного видно, какое крупное значение для правильного понимания протекающих в угольных месторождениях газовых процессов приобретают тщательные исследования гидрогеологических условий и изучение газосодержания воды в угольных районах.

В 1938 г. гидрогеологическим отрядом Донбасской геологической партии были отобраны пробы воды из разных точек Горловского и Боково-Хрустальского районов для определения газосодержания.

Извлечение растворенных газов и их анализ проводился в газовой лаборатории Геологического института АН. К сожалению, в данное время мы располагаем еще очень малым количеством анализов растворенных в воде газов, поэтому все выводы, сделанные на их основании, можно считать только предварительными соображениями.

Так как методы извлечения растворенных газов из воды в литературе описаны очень поверхностно, мы остановимся здесь на применявшейся нами методике.

Метод извлечения и анализа растворенных в воде газов

Извлечение газа, растворенного в воде, производилось в приборе (фиг. 7), состоящем из круглодонной колбы 1 ($V = 1.5$ л), дефлегматора 2, измерительной бюретки 3 на 100 см³, двух трехходовых кранов 4 и 5, зажимов 6 и 7, напорной группы 8, сборной пипетки Зегера 9, водяной бани 10, соединительной резиновой трубки 11.

Исследуемая вода наливается до пробки в колбу 1. Водой вытесняется воздух из соединительной трубки 11 и закрывается зажимом 7. Во всей системе создается вакуум. Кран 5 соединяется с измерительной бюреткой; в последней с помощью группы опускается ртуть. При открытии зажима исследуемая вода сообщается с эвакуированным пространством, и под влиянием вакуума начинается процесс выделения растворенных газов, интенсифицируемый подогреванием.

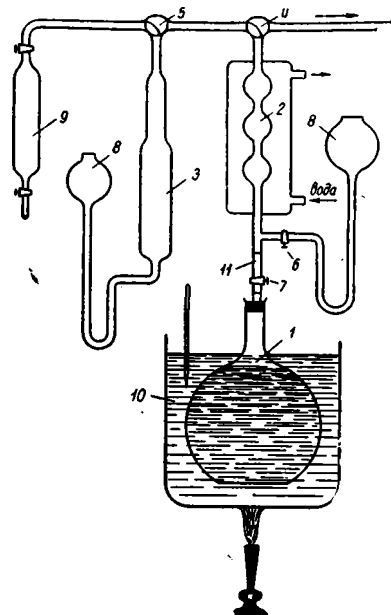
Для отделения паров воды служит дефлегматор, охлаждаемый холодной водой. Количество паров может быть настолько значительным, что заполняет весь дефлегматор. В этом случае, откачав весь газ из дефлегматора, перекрывают кран 5 и с помощью ртути из группы 8 вытесняют воду через кран 4 из системы, после чего прибор приводится в первоначальное состояние и продолжается извлечение оставшегося в воде газа. Объем собранного газа измеряют в бюретке и вытесняют в сборную пи-

петку. Пипетка заполнена ртутью; таким образом процесс продолжается до полного извлечения газа из воды. Продолжительность извлечения из 1.5 л воды — от 3 до 8 час.

Количество выделенного газа на 1 л воды — от 38 до 124 см³/л.

Качественный состав: CO₂, NH₃, H₂S, O₂, N₂, CH₄ и тяжелые углеводороды.

Анализ растворенных газов производился в специальном приборе типа Т. И. В отличие от последнего, прибор рассчитан на анализ 25 см³ газа вместо 100 см³, что осуществляется более точной заборной бюреткой, увеличено число поглотительных пипеток, запорной жидкостью служит ртуть, и введен змеевик, охлаждаемый жидким воздухом, для определения тяжелых углеводородов. Метан для большей точности определялся на микроприборе Соколова. Результаты анализов сведены в таблицу.



Фиг. 7. Прибор для извлечения газов.

Результаты анализов растворенного в воде газа по Горловскому и Боково-Хрустальскому районам Донбасса

Место отбора воды	Количество газа в см ³ на 1 л воды							Тяжелые углеводороды
	Всего	NH ₃	H ₂ S	CO ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	
Родник из оврага, впадающего в балку Железную—дебит 2 л/мин.	58.2	2.5	—	21.59	7.45	26.65	0.006	0.0007
Шахта им. Кочегарки, из кровли пласта Дерезовка, гор. 385 м . . .	95.9	3.54	1.77	29.73	10.07	50.74	0.0231	0.038
Шахта им. Кочегарки, гор. 640 м, из канавки	45.4	0.54	1.36	15.11	4.67	23.6	0.0624	0.0405
Шахта «Комсомолец», из кровли пласта «Водяной», глубина 445 м . .	58.1	0.338	0.338	6.1	9.764	41.4	0.0262	0.134
Шахта «Комсомолец», из кровли пласта Аршинка, гор. 533 м	66.6	2.47	—	31.23	3.99	28.74	0.036	0.14
Шахта «Комсомолец», из кровли пласта Подпяток, гор. 533 м . . .	44.9	—	—	10.52	4.69	29.6	0.0673	0.172
Шахта № 7/8, из кровли пласта Садовый, гор. 400 м	52.9	2.38	—	5.459	5.8	39.19	0.0462	0.0204

Из таблицы видно, что содержание метана CH₄ в воде почти равномерно возрастает с глубиной:

В поверхностных водах	0.006
Из шахты им. Кочегарки с гор. 385	0.0231
» » » » » » 640	0.0624
» » № 7/8 » » 400	0.0462
» » «Комсомолец» » » 445	0.0262
» » » » » » 533	0.036
» » » » » » 533	0.0673

Следовательно, можно сделать вывод, что существует несомненная связь между подземными водами и газовым режимом в угольных месторождениях. Только в одном случае, по шахте № 7/8, газосодержание в воде не укладывается в интервале между соседними показаниями. Поэтому на основании тщательного анализа геологических и гидрогеологических условий и определения качественного и количественного содержания растворенного газа в воде в районах угольных месторождений можно рассчитывать на прогноз газоносности по разведываемым и разведанным угленосным площадям, подготавливаемым для углеработок. Следовательно, для окончательного разрешения поставленного вопроса необходимо продолжить и в других районах Донецкого бассейна работы, начатые Институтом геологических наук.

Задачей этих работ должно быть установление надежной методики прогноза газоносности угольных месторождений в зависимости от геологических и гидрогеологических условий на всей площади Донбасса, усиленному развитию которого уделено столько внимания в докладе товарища В. М. Молотова, а также и других угольных бассейнов, в первую очередь Кузнецкого, где вопросы борьбы с газовыделениями в шахтах принимают столь же острые формы.

Это в свою очередь даст нам возможность распространить эту методику прогноза на весь Донбасс, который, как указано в тезисах доклада товарища В. М. Молотова, в третьей пятилетке должен развиваться усиленными темпами.

ЛИТЕРАТУРА

- Бел о у с о в В. Б. Очерки геохимии природных газов. Л. Химтеорет., 1937.
 Б е р л ь-Л у н г е. Химико-технические методы исследования, т. I. Л. Химтеорет., 1937.
 Б у я н о в К. В. Газоносность угольных пластов, вскрываемых буровыми скважинами при разведке. Тр. и мат. МакНИИ, 1934, I.
 Б у я н о в К. В. Изучение газопроницаемости углей. 1938. (Рукопись.)
 Б ы к о в Л. Н. Изогазы и теория происхождения очагов внезапных выделений. М.—Л., Гос. н.-техн. горн. изд., 1932.
 Б ы к о в Л. Н. Теория внезапных выделений газа и основные меры борьбы с ними. Тр. и мат. МакНИИ, 1934, I.
 К а р п о в А. М. и Я г у п о в А. В. К вопросу о разработке пласта, подвергнутого внезапным выделениям метана. Уголь, 1938, № 8—9.
 П е ч у к Н. М. Итоги изучения газовой выделений в шахтах Донбасса. Уголь, 1938, № 5.
 Р а д ы г и н Н. А. Геологический очерк Боково-Хрустальского антрацитового района Донецкого каменноугольного бассейна. Л., изд. Геол. ком., 1924.
 С о к о л о в В. А. (ред.). Сборник работ по газовой съемке. М.—Л., 1939.
 С т р а х о в Н. М. К геологии метана в угленосной толще Донбасса, 1938. (Рукопись.)
 Щ е г о л е в Д. И. Р а д ы г и н Н. А. и др. Гидрогеологический очерк Донецкого бассейна. Геол. изд. Геол.-разв. упр., М.—Л., 1930.

A. I. KRAVTZOV AND M. M. ELINSON

ON THE PROBLEM OF THE INFLUENCE OF UNDERGROUND WATERS ON THE GAS-CONTENT OF COAL DEPOSITS IN THE DONETZ BASIN

S u m m a r y

The present paper deals with the question of the influence of hydrogeological conditions upon the gas-content of coal deposits in the Donetz Basin. The investigations were carried out in the Gorlovka and Bokovo-Khrustalsky regions of the Donetz Basin. The Gorlovka region geologically presents an anticline. The seams worked by shafts refer to the series C_2^5 , C_2^6 and C_3^1 , i. e. present the upper portion of the Middle and beginning of the Lower Carboniferous.

The Bokovo-Khrustalsky region presents a syncline, which is the major synclinal fold of the Donetz Coal Basin, and geologically is composed of series C_2^2 , C_2^6 and C_3^1 . Depending on the structure, tectonic disturbances and lithological composition, follow the corresponding hydrogeological conditions of the region.

The principal observations with the object of ascertaining the influence of the hydrogeological conditions upon the gas-content of the coal deposits in the Gorlovka region were made in the shafts: No. 1—3 Kochegarka shaft, No. 5 Lenin shaft and Komsomoletz shaft; and in the Bokovo-Khrustalsky region, in the shafts: 7/8 Karl, No. 16 Izvestia, No. 21 and No. 10.

1. The results obtained are essentially as follows: shafts with water are less abundant in methane, while dry shafts in most cases surpass all the categories with respect to the abundance of methane.

2. It has been also noted that when the seams occur in dry rocks they are waterless and have the highest gas-content, with frequent sudden outbursts.

3. The solution of methane in water exercises a great influence on the gas regime in the coal beds and the enveloping rocks.

4. A method is given, somewhat modified as compared to the one generally used, for the extraction of the gases dissolved in water.

5. The content of gas in the mine waters ranges from 38 cub. cm. to 124 cub. cm. per litre.

6. The content of methane in water increases almost uniformly with depth. Thus, e.g. in the Gorlovka region for the surface waters the CH_4 content = 0.0006 cub. cm. per litre, and for mine waters at a depth of 640 m. the CH_4 content is 0.064 cub. m. per litre.

7. As a result of the hydrogeological investigations described in the present paper, the conclusion may be made that undoubtedly there exists a relationship between the hydrogeological conditions and the gas regime in the coal deposits.

From a careful analysis of geological, hydrogeological and mining-technical investigations in the regions of coal deposits, the development of a method may be expected for prognosis concerning the gas content in the coal deposits already prospected and being prospected now. This will enable to combat correctly with gas outbursts in mines.

С. Е. КОЛОТУХИНА

**О ВУЛКАНОГЕННЫХ ФАЦИЯХ НИЖНЕГО КАРБОНА
В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ**

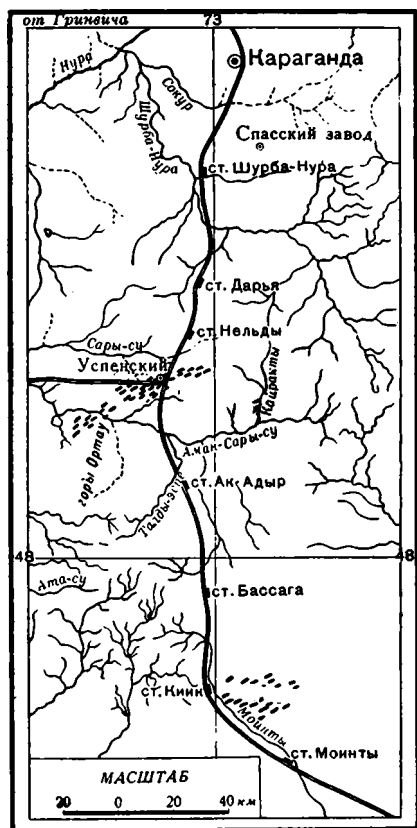
Нижний карбон Центрального Казахстана изучен довольно детально. Геологи, изучающие карбон, сосредоточивали внимание на угленосных фациях, с одной стороны, и на сплошных известняковых разрезах, богатых фауной, с другой. В результате такой локализации исследований сложилось представление о том, что эти отложения не распространены на больших площадях, а слагают отдельные разобщенные участки. О существовании вулканогенных фаций в нижнем карбоне Центрального Казахстана мы имеем очень мало сведений в литературе.

По данным Н. Г. Кассина (1934), в северо-западных частях Казахстана наибольшее развитие вулканогенные породы имеют в нижнем и среднем девоне, в верхнем девоне происходит уже затухание вулканической деятельности. Наоборот, в восточном и юго-восточном районах Казахстана излияния лав продолжались в нижнем и начале среднего карбона. В Калбинском хребте, Тарбагатае, Нарынском хребте, Прибалхашье к осадочным породам примешиваются вулканические элементы. На южных и западных склонах Джунгарского Алатау, в Заилийском Алатау, Кетменском хребте вулканогенный материал преобладает в разрезах нижнего карбона; и, наконец, Илийский бассейн является, по Кассину, «наиболее мощной ареной деятельности вулканов в карбоне».

Работами Центральноказахстанской экспедиции Академии Наук (1936—1938 гг.) на основании собранного на большой территории и фаунистически охарактеризованного материала доказывается с несомненностью наличие эффузивной деятельности в нижнем карбоне более северных районов Центрального Казахстана. Наиболее южным районом, где эти отложения изучались работниками экспедиции, является Северо-западное Прибалхашье. По данным А. А. Богданова, в ряде разрезов в среднем течении р. Моинты и на п-ове Тас-арал наблюдается переслаивание вулканогенных и туфогенно-осадочных пород. На п-ове Тас-арал туфогенно-обломочная толща с гипсом, с прослоями основных и кислых лав и углистыми образованиями постепенно переходит в толщу кислых лав, непосредственно выше которой залегает толща песчаников с прослоями красноватых мергелей с фауной: *Spirifer plenus* Hall., *S. missuriensis* Swall., *Productus* cf. *gregori* Well., *P. crawfordvillensis* Well., *P. blairi* Miller и др. Указанная фауна, по определению Н. Б. Литвинович, характерна для «ишимских слоев» по схеме Д. В. Наливкина, т. е. для самых низов визейского яруса. В вулканогенно-обломочной толще среднего течения р. Моинты, сопоставляемой А. А. Богдановым с туфогенно-обломочной толщей Тас-арала, найдена фауна брахиопод, характеризующая нижнюю часть турнейского яруса. Разрезы Тас-арала обнаруживают большое сходство как по литологическому составу, так и по характеру фауны с разрезом нижнего карбона западного и северного склонов Джунгарского Алатау (Юдичев,

1936), где эффузивно-осадочные фации пользуются широким распространением.

Двигаясь по направлению на север, в верхнем течении р. Моинты мы встречаем мощные покровы кислых лав, возраст которых до сих пор считался девонским. Изучение разрезов в этих эффузивных и подстилающих их осадочных толщах приводит нас к иным выводам. В горах Кос-Келенчек на левом берегу р. Моинты (в 150 км к северо-западу от оз. Балхаша) автор изучил следующий разрез осадочных и вулканогенных образований:



МАСШТАБ
0 20 40 км
Распространение вулканогенных фаций нижнего карбона

1. Самым нижним членом разреза являются серые сильно расслапанные и мраморизованные известняки. Мощность 1.0—1.5 км. В верхних частях толщи собрана фауна брахиопод: *Spirifer dada* N a l., *S. (Cyrtospirifer) semisbugensis* N a l., *S. (Cyrtospirifer) semisbugensis* var. *sphaeroidea*, *Chonetes armata* B o u c h. и др.

Этот комплекс фауны, по определению Н. В. Литвинович, характерен для самых верхов верхнего девона («сульфидерные слои» Наливкина). В тех же известняках Д. М. Раузер-Черноусовой были определены фораминиферы: *Endothyra communis* sp. nov., *E. cf. kobeitusana* sp. nov., *E. primaeva* sp. nov., которые относятся к переходным слоям от девона к карбону — слоям Etrœungt.

2. На известняках, местами замещающая последние по простираению, залегает толща кластических и вулканогенных пород: известняковых конгломератов, сланцев, туфов, аггломератов и туфопесчаников с подчиненными им прослоями порфирированных и кварц-

порфировых лав; мощность последних в верхних частях разреза возрастает. Мощность толщи 800 м.

3. В южной части района выше залегают мощные покровы кварц-порфировых лав; севернее на вулканогенно-обломочную толщу, а местами на нижние известняки, трансгрессивно налегает серия разнообразных пород, внизу представленная лавами, а сверху — кремнистыми сланцами, кварцитами, известняками, часто сильно окремнелыми. Известняки содержат микрофауну низов турнейского яруса.

Таким образом, возраст эффузивных и пирокластических образований в районе верхнего течения р. Моинты может датироваться как нижнетурнейский.

В районах Успенского рудника, р. Кайракты, гор Джиланды и Ортау широко распространена серия вулканогенно-осадочных и кремнистых пород. Эти породы давно известны под названием «успенской серии» и относились И. С. Яговкиным (1932) к верхнему девону. По р. Кайракты автором наблюдался наиболее полный разрез отложений «успенской серии». Здесь на размытой поверхности известняков с фауной климений верхнего девона трансгрессивно залегает горизонт, начинающийся железомарганцевыми и кремнистыми образованиями (Штрейс, 1938); выше идет переслаивание

грубообломочных туфопесчаников с остатками морской фауны (криноидей и пелелипод), кремнистых туффитов, туфоконгломератор, пепловых туфов с маломощными (1—2 м) прослоями лав альбитофирового состава. Мощность горизонта около 150 м. Верхнюю часть разреза представляет горизонт, состоящий из ленточных узловатых известняков с прослоями кремней и туфов, переходящих по простираанию в массивные известняки с фауной брахиопод: *Productus (plicatifer) kassini* Nal., *P. (Pustula) artifossa* Moog., *P. (Linoproductus) laevicostus* White, *Spirifer roemerianus* Kon., *S. sibiricus* Leb. и др.

Выше залегает толща туффитов и сланцев с тонкими прослоями известняков. Мощность около 120 м.

Упомянутый комплекс фауны, по определению А. М. Симорина, обычен для «кассинских слоев» (схемы Д. В. Наликиной), что позволяет устанавливать нижнетурнейский возраст успешской серии. В районе Успенского рудника, а также в горах Джиланды и Ортау, в разрезе пород успешской серии наблюдаются некоторые отличия. Здесь отсутствуют прослои лав, уменьшается количество туфогенного материала, и большое значение приобретают всевозможные кремнистые породы: кремнистые сланцы, кремнистые туффиты, яшмоиды и др.

Из изложенного следует, что эффузивная деятельность в Центральном Казахстане проявлялась в течение всего турнейского века. Ею были, повидимому, охвачены районы южнее 49 параллели, так как уже в Карагандинском бассейне и в более северных районах отложения нижнего карбона представлены исключительно известняковыми и угленосными фациями, не содержащими никаких следов туфогенного материала.

Наличие горизонтов известняков с морской фауной и присутствие морской фауны в пирокластических породах, переслаивающихся с лавами, указывают на подводный характер излияний.

Большой теоретический интерес представляют те фациальные отличия, которые мы можем наблюдать при сравнении северных и южных разрезов. В южных районах (Западное Прибалхашье, р. Моинты) в разрезах большую роль играют эффузивные и пирокластические образования, в северных же районах (р. Кайракты, горы Джиланды и Ортау) заметно уменьшается мощность эффузивных прослоев, и широкое развитие получают всевозможные кремнистые породы.

Не углубляясь в вопросы, связанные с генезисом кремнистых образований, мы все же можем сделать некоторые выводы из имеющихся наблюдений. Наши исследования показали в ряде случаев сингенетичность отложения кремнезема и тонкого вулканогенного материала. Отмечаемые выше переходы от эффузивных фаций к кремнистым образованиям, отложившимся в том же бассейне, указывают на то, что существовавшие благоприятные условия для отложения кремнистого осадка могли находиться в прямой связи с вулканической деятельностью.

В период отложения пород нижнего карбона указанные площади Центрального Казахстана были, повидимому, покрыты морем. Главные центры излияний находились, вероятно, в более южных районах, но второстепенные очаги могли существовать значительно севернее. Пирокластический материал в обоих случаях мог переноситься течением на сравнительно большое расстояние.

ЛИТЕРАТУРА

- К а с с и н Н. Г. Вулканизм Казахстана. Пробл. сов. геол., 1934, 4, № 9, 37—61.
Ш т р е й с Н. А. К вопросу о происхождении железо-марганцевых руд Успенского Спасского района Центрального Казахстана. Изв. Акад. Наук, отд. мат.-ест. наук, сер. геол., 1938, № 4, 603—613.
Ю д и ч е в М. М. Геологический очерк западного и северного склонов Джунгарского Алатау. Тр. ЦНИГРИ, 1936, вып. 87, 1—60.
Я г о в к и н И. С. Геологические исследования Успенского района Казахской АССР. Тр. Гл. геол.-разв. упр., 1932, вып. 42, 1—43.

**THE VOLCANOGENOUS FACIES OF THE LOWER CARBONIFEROUS IN
CENTRAL KAZAKHSTAN**

S u m m a r y

The works of the Central-Kazakhstan expedition of the Academy of Sciences (1936—1938), on the basis of a faunistically characterized material collected within a large area, have proved with certainty the existence of effusive activity in the Lower Carboniferous of Central Kazakhstan in more northerly regions than it has been known until now.

A great theoretical interest is presented by those facial distinctions which are observed when comparing the northern and southern sections. In the south mainly effusive facies are developed, siliceous formations associated with them having a subordinate importance. In the north, tuffogeneous sedimentary facies and siliceous formations are developed. The transitions from effusive facies to siliceous formations deposited in the same basin indicate that the then existing conditions favourable for the deposition of a siliceous sediment were directly related to volcanic activity.

Б. М. КЕЛЛЕР**ВЕРХНЕМЕЛОВОЙ ФЛИШ НА ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ**

Что такое флиш? Флиш — термин довольно неопределенный. Часто к флишу относят самые разнообразные отложения, понимая под флишем всякое переслаивание пород различного литологического состава. Применение понятия «флиш» в таком широком объеме в настоящее время вряд ли является правильным. Из чисто практических соображений мы должны в морских осадочных образованиях выделять различные типы в зависимости от характера распределения в них обломочного материала, определяющего тот или иной характер слоистости осадочной свиты. Одним из этих типов будет флиш, представляющий собой мощные морские образования с ритмичным распределением в них обломочного материала. Таким образом, морфологические особенности флиша являются крайним выражением слоистости осадочной свиты. Рядом переходных образований типичные флишевые свиты связываются с существенно иными толщами. Крайним членом этого ряда будут толщи массивные, совершенно лишенные слоистости, прекрасным примером которых является белый мел.¹

Х а р а к т е р с е д и м е н т а ц и и ф л и ш а. Основным морфологическим признаком, определяющим флиш, является ритмичность в отложении обломочного материала в момент образования свиты. Если осаждение этого обломочного материала происходит в эпохи, когда выпадение химических осадков из раствора не имеет большого значения при образовании осадка, то возникает наиболее простой тип флишевых отложений, состоящий из чередования глинистых и песчаных прослоев (например баррёмские отложения р. Псеуапса). Обычно же накопление терригенной составной части флиша сопровождается выпадением тех или иных химических осадков из раствора, специфичных для каждой эпохи. В этих случаях возникают более сложно построенные флишевые образования. Таковы известняковый флиш верхнего мела, кремнистый флиш палеоцена и т. д. На ряду с этими резкими отличиями крупных подразделений в пределах флишевых комплексов могут быть четко выделены более мелкие свиты, обычно того же объема, что и в отложениях нефлишевых. Характерные черты каждой свиты, важные в стратиграфическом отношении, определяются при этом не характером ритмичности терригенной части флишевого комплекса, а его «химической», составляющей.

¹ В качестве первоначальной наметки для будущей классификации осадочных толщ по указанному признаку, кроме флиша, мы будем выделять: а) недоразвитые флишевые толщи, отличающиеся от типичного флиша неясно выраженной ритмичностью, менее четким обособлением обломочного материала, который хотя и существует в виде более грубых песчаных прослоев, но в значительном количестве распределен во всех породах толщи (пример — верхний лейас бассейна р. Мзымты), б) плитняковые свиты, состоящие из однородных четко обособленных пластов благодаря присутствию между ними тонких терригенных прослоев — глини или песчаников (пример — коньякские известняки Новороссийска); в) слоистые свиты; г) массивные свиты.

Морфология флишевых отложений за последнее время достаточно подробно освещена работами Н. Б. Вассоевича. Мы напомним некоторые наиболее важные ее особенности. Каждая флишевая толща подразделяется на ряд естественных осадочных циклов, или ритмов. Начинается ритм обычно грубообломочными породами (песчаниками, микроконгломератами), которые залегают на размытой и слегка затвердевшей поверхности подстилающих образований. При этом песчаный прослой дает слепок всех неровностей морского дна, благодаря чему именно на нижней поверхности развиты так называемые негативные иероглифы. Каждый песчаный прослой, грубозернистый в основании, кверху становится более мелкозернистым, постепенно сменяется глинистыми отложениями и, наконец, чистыми известняками.¹ Одна из характерных особенностей песчаных прослоев флиша — диагональная слоистость нижней части песчаных пластов, являющаяся ярким выражением деятельности течений в момент образования осадка. Верхняя часть песчаного пласта никогда не обнаруживает диагональной слоистости. Здесь последняя сменяется так называемыми «складочками сингенетической деформации», которым часто приписывается подводнооползневое происхождение.

Роль течений в образовании флиша. Деятельностью течений, присутствие которых доказывается диагональной слоистостью песчаных пластов, обусловлено и наличие ритмичности в распределении терригенной составной части флиша.² При этом зонам наиболее интенсивных течений соответствует отложение грубозернистых осадков, зонам «застойным», где роль течений сводится к минимуму, — накопление глинистых и известковых илов. Миграция течений смещает эти типы осадков в пространстве. Отчего происходит перемещение течений, мы не будем знать до тех пор, пока не будут изучены с достаточной полнотой морские течения современных геосинклиналей. Во всяком случае — миграция течений находится в тесной связи с жизнью геосинклиналей, о чем говорит хотя бы приуроченность флиша исключительно к геосинклинальным областям.

Стратиграфия флишевых и смежных с ними фаций верхнего мела Западного Кавказа. Для того, чтобы понять природу флиша и выяснить условия накопления этих своеобразных отложений, мы должны рассматривать его вместе с примыкающими к нему отложениями. Для такого рассмотрения особенно благоприятным оказывается Западный Кавказ, где мы можем с большой подробностью выяснить взаимоотношение флиша со смежными толщами. Последние в пределах изученной нами площади слагаются однородными осадками небольшой мощности и развиты вдоль Северокавказской моноклинали к востоку от р. Пшехи вдоль северного ограничения флишевой зоны, а вдоль южного ее ограничения — в Сочинском районе.

В самых общих чертах мы остановимся на стратиграфии флишевых и примыкающих к ним с севера отложений, сведя все имеющиеся материалы в следующие две таблицы (табл. 1 и 2).

Из рассмотрения этих таблиц видно, что верхнемеловые отложения Западного Кавказа построены так же, как в Крыму³ и на Русской платформе (Донбасс, Поволжье). Преимущественно терригенные отложения сеномана

¹ Судя по работе Вассоевича, существуют и несколько иные ритмы, характеризующиеся постепенным уменьшением карбоната кальция и почти полным его отсутствием в последнем элементе ритма.

² Эта точка зрения не является новой. Еще Зубер (Zuber, 1901) рассматривал флиш как дельтовые образования, сравнивая его с осадками дельты р. Ориноко. Потоковая гипотеза происхождения флиша Зубера, оставленная вследствие невозможности ее применения в палеогеографической обстановке Альпийской геосинклинали, в последнее время в несколько ином виде применена Суйковским (Sujkovski, 1938), выдвинувшим гипотезу донных течений для объяснения своеобразных морфологических особенностей нижнемелового флиша Карпат.

³ В результате изучения микрофауны верхнего мела Крыма устанавливается, что и здесь единая толща туронско-коньякских известняков, сильно размытая в верхней своей части, покрывается сантонскими мергелями с прослоями кила.

Таблица 1

Схема строения верхнемеловых отложений Северного Кавказа между реками Пшехой и Лабой

Ярусы	Характер залегания	Примерная мощность в м	Краткая характеристика отложений	Ископаемые	Фациальные изменения
Датский	Размывает подстилающие отложения вплоть до альба	До 20	Кристаллические песчанистые известняки	Мшанки, литотамнии. Ядра гастропод <i>Globigerina pseudobulloides</i> Plummer, <i>G. triloculinoides</i> Plummer	По р. Хокодзь выражен песчаниками, а также песчанистыми мергелями с ежами и фораминиферами
Маастрихтский	В основании незначительный размыв	До 15	Песчаники известковистые	Крупные ежи рода <i>Echinocorys</i> . Много фораминифер, среди них <i>Globotruncana conica</i> White	Местами замещается почти чистыми известняками. В основании иногда внутриформационные конгломераты
Кампанский	Почти повсеместное трансгрессивное залегание. Тесно связан с сантоном	До 50	Светлые известняки с кремнями	<i>Pseudofaster caucasicus</i> L. Dru., <i>Globotruncana stuarti</i> (Lapparent.) и масса фораминифер	По правым притокам р. Хокодзь переходит в песчаники с фораминиферами
Сантонский	Трансгрессивное залегание	До 15	Известняки и мергели	Фораминиферы	Отсутствует повсеместно к западу от р. Хокодзь
Коньякский	Тесно связан с туронскими отложениями	До 10	Светлые мелоподобные известняки	<i>Inoceramus</i> cf. <i>involutus</i> Sow.	Размыт почти повсеместно. Очень трудно отделим от турона
Верхне-туронский	Залегание, повидимому, трансгрессивное. Нижний турон отсутствует	До 15	Известняки светлые мелоподобные или очень плотные чистые	<i>Inoceramus lamarki</i> Parck	Местами внутриформационные конгломераты
Сеноманский	Повсеместно лежит на альбе, отделяясь от него достаточно четко	До 5	Песчаники известковистые кварцево-глауконитовые	<i>Inoceramus etheridgei</i> Woods, <i>Globotruncana appenninica</i> Renz	Повсеместное распространение песчаных образований

Ярусы	Свита	Характер залегания	Примерная мощность в
Датский	Свита Агой	Обычно согласное, местами трансгрессивное	До 300
Маастрихтский	Свита Дедеркай	Согласное	До 400
Кампанский		Часто трансгрессивное	До 500
Сантонский		Граница с подстилающими отложениям и резкая. Появление терригенных прослоев	До 300
Коньякский		Обычно тесно связаны с подстилающими отложениями	До 250
Туронский (верхний)	Свита Маркохт	Местами трансгрессивное	До 200
Туронский (нижний)		Согласное	До 250
Сеноманский (верхний)	Ананурский горизонт	Согласное	До 50
Сеноманский (нижний)	Свита Паук	Согласное	До 200

покрываются туронско-коньякскими известняками, на которые с резким размывом налегает сантонская толща. Кампанские отложения залегают почти везде трансгрессивно, маастрихтские — регрессивно. Датские слои, соответствующие максимальной регрессии верхнемелового моря, отделены от маастрихта ясно выраженным перерывом.

Палеогеографическая обстановка накопления флиша. Изучение взаимоотношений флиша со смежными фациями, показывает, что повсеместно переход между ними осуществляется в областях характеризующихся неполнотой осадочной серии, выпадением ряда горизонтов разреза и последующим трансгрессивным залеганием более молодых слоев. Эти области мы с полным основанием можем рассматривать как области относительных поднятий (геоантиклинали) по сравнению с окру-

Флишевой зоны на Западном Кавказе

Краткая характеристика отложений	Ископаемые	Фациальные изменения
Толстослоистые битуминозные мергели	<i>Globigerina pseudobulloides</i> Plummer, <i>G. triloculinoides</i> Plummer, <i>Globorotalia</i> sp.	На п-ве Абрау в основании датских отложений, пачка песчаников
Флишевая толща с известняками и мергелями	<i>Globotruncana conica</i> White, <i>Pseudotextularia varians</i> (Rehder)	Местами (Догомыс, Хадыжи) мергели без песчаных прослоев
Флишевая толща с известняками и мергелями. Часты конгломераты и горизонты подводных оползней	<i>Globotruncana stuarti</i> (Laparent), <i>Inoceramus balticus</i> Bohm, <i>Pachydiscus</i> sp., <i>Echinocorys</i> sp.	Повсеместное распространение терригенных флишевых отложений
Флишевая толща преимущественно с мергелями	Фораминиферы, изредка мелкие устрицы	Пачка натуральных цементных мергелей Новороссийска
Известняки с прослоями глинистых мергелей, часто красноватых	Фораминиферы	В Пластунских воротах по р. Сочи в основании толщи конгломераты
Известняки или флишевая толща с известняками	<i>Inoceramus</i> cf. <i>lamarcki</i> Parck.	Довольно типичные флишевые отложения
Флишевая толща или плитняковые известняки. Отложения красноватые	<i>Inoceramus labiatus</i> Schlth.	В основании часты кремневые плитняковые известняки
Плитчатые силициты, кремнистые аргиллиты и мергели	Радиолярии	Местами темные плитчатые известняки, иногда перекрытые песчаной пачкой
Флишевая толща с туфогенными песчаниками и мергелями	Аммониты (<i>Acanthoceras rhotomagensis</i> Defr. и др.)	К западу от Геленджика туфогенные песчаники во флишевой толще отсутствуют

жающими геосинклинальными участками морского бассейна. Изучение площадного распространения этих поднятий показывает, что последние ограничивают область накопления флиша, вытягиваясь двумя грядами кавказского простирапия. В пределах Западного Кавказа одна из них ограничивает флишевую зону с севера, протягиваясь от р. Белой вдоль северного склона хребта, мимо Хадыжей, через станицу Ильскую и далее на запад. Другая соответствует поднятию массива Ахцу в Сочинском районе. Она уходит к северу от Сочи в пределы Черноморской впадины и ограничивает флишевую зону с юга.¹

¹ Эти области поднятий были впервые выделены В. В. Белоусовым (1938).

Таким образом, типичные флишевые отложения Западного Кавказа отлагались в обширном прогибе на склоне геосинклинального поднятия. Важно отметить, что центральную часть этого флишевого прогиба занимают недоразвитые флишевые толщи громадной мощности. Поднятия, ограничивающие флишевую впадину в области погружения Западного Кавказа, представляли собой подводные гряды, которые лишь в исключительных случаях приподнимались над уровнем моря. С этих гряд во флишевую впадину поступал обломочный материал глыбовых брекчий и отчасти более мелко раздробленный песчано-глинистый. Очевидно, что эти поднятия не могли поставлять громадную массу терригенного материала, поскольку наибольший размыв выражается здесь в трансгрессивном срезании двух-трех горизонтов небольшой мощности, представленных обычно известняками и мергелями. Источник терригенного материала флиша на Западном Кавказе не мог находиться к северу или к югу от флишевой зоны, поскольку здесь развиты чистые известняки. Ряд фактов дает возможность установить, что терригенный материал разносился во флишевом прогибе вдоль геосинклинали. Было бы поэтому естественнее всего допускать, что обломочный материал сносился с тех наиболее высоких участков геосинклинальных поднятий, ограничивающих флишевый прогиб, которые расположены были в зоне Центрального Кавказа и Крыма.

Связь флиша с эпохами трансгрессий. Сравнивая стратиграфические таблицы флишевой зоны Западного Кавказа и Северокавказской моноклинали, нельзя не заметить характерной особенности в осадконакоплении этих двух областей. В то время как в пределах Северокавказской моноклинали в эпохи регрессий или стабилизаций бассейна отлагаются песчаные толщи (особенно характерно это заметно во время регрессий в маастрихте и датском ярусе), во флишевой зоне осадки характеризуются присутствием незначительного количества терригенного материала. Наоборот, повсеместное распространение во флишевой зоне грубообломочных терригенных фаций, которые в чередовании с другими породами составляют типичный флиш, сопровождается в области Северокавказской моноклинали накоплением отложений, почти лишенных терригенного материала. Особенно отчетливо это заметно в верхнетуронское и кампанское время.

Характерно при этом, что накопление грубообломочных отложений, типичных для флиша, падает на эпохи трансгрессий (турон, кампан, палеоцен). В эпохи регрессий типичные для флиша отложения занимают меньшие площади или отсутствуют.

Чем же объясняется отмеченная нами закономерность в накоплении обломочного материала флишевой зоны?

Надо отметить, что повсеместное развитие типичного флиша не может быть связано с явлениями складчатости и с переломными моментами в жизни земной коры. На примере Западного Кавказа можно видеть, что эпоха, непосредственно следующая за такими периодами, не характеризуется накоплением мощных флишевых образований (саптонское время после предсаптонских движений, датское время после движений на границе маастрихта и датского яруса). Лишь спустя значительный промежуток времени, в эпоху последующей трансгрессии начинается повсеместное образование типичных флишевых отложений (кампан, палеоцен).

Указанные взаимоотношения свидетельствуют о том, что в эпохи трансгрессий в пределах Кавказской геосинклинали имели место сложные дифференциальные движения земной коры. На ряду с опусканием здесь происходили и значительные поднятия, поставлявшие обломочный материал во флишевой прогиб. Распространение этого материала на громадных площадях связано с более интенсивным его разнесением в связи с усиленной деятельностью течений в эпохи трансгрессии.

ЛИТЕРАТУРА

- Белоусов В. В. К истории Большого Кавказа в верхнемеловое время. Пробл. сов. геол., 1938, № 1.
Вассоевич Н. Б. К методике геологических исследований областей развития флишевых отложений. Баку 1939.
Келлер Б. М. Стратиграфия верхнемеловых отложений западного Кавказа. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1936, № 5.
Sujkowski. La série de Szopot dans les Carpates Polonaises Orientales. Prac. Paust. Inst. Geol., 1938, 3, zes. 2.
Zuber R. Ueber die Entstehung des Flysch. Zs. prakt. Geol., 1901.

В. М. KELLER

THE UPPER CRETACEOUS FLYSCH IN WESTERN CAUCASUS

S u m m a r y .

The paper sums up the recently completed work of the author on the Upper Cretaceous Flysch of Western Caucasus. The characteristic morphological features of Flysch are considered by the author as a distinct type of bedding of sedimentary rocks. On the premise of this feature, a classification is proposed of different beds, from quite unstratified massive ones (white chalk) to Flysch ones, in which the stratification finds its extreme expression. A new scheme of stratigraphy of the Upper Cretaceous Flysch of Western Caucasus (Table 2) and of the limestone beds adjoining it from the north (Table 1) is given in the two tables. Between the areas of development of the deposits of these two types in Western Caucasus geoanticlinal areas of small thicknesses and of transgressive overlappings are located. These zones, bounding the Flysch downwarping, represented elevations which had a distinct geomorphological expression. In the formation of the Flysch, of great significance were bottom currents which transported a clastic material along the Flysch downwarping over very long distances. It has been established that the main sources of the terrigenous material of the Flysch were located in the zone of the Central Caucasus and Crimea, where the elevations of Upper Cretaceous time reached the greatest height. The formation of the most typical Flysch coincides in Western Caucasus with epochs of transgressions (Campanian). At the epochs of regressions the Flysch, as a rule, was not formed here (Coniacian, Danian).

К. В. НИКИФОРОВА

**ОЧЕРК КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ИСТОРИИ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА
ЮЖНОГО УРАЛА В РАЙОНЕ ВЕРХОВЬЕВ рр. ТОБОЛА И СУУНДУКА**

Изучение рыхлых континентальных отложений за последнее время приобретает все более и более важное значение в связи с тем, что, с одной стороны, к ним приурочены россыпные месторождения золота, платины и редких металлов, а с другой, они являются коллекторами песчано-галечного материала, необходимого для строительства дорог.

В тезисах доклада товарища Молотова о задачах третьей пятилетки указано на необходимость построить и реконструировать 210 тыс. км дорог, что упирается в бесперебойное снабжение их строительным материалом.

Там же, в тезисах, сказано об увеличении производства цветных металлов и обеспечения высоких темпов производства олова, вольфрама и молибдена, а эти металлы весьма часто содержатся в континентальных отложениях, в виде россыпей.

Летом 1938 г. в составе Южноуральской экспедиции СОПС Академии Наук работал отряд под руководством автора, который занимался изучением рыхлых континентальных отложений, их стратиграфией, геоморфологией и тектоникой, в связи с установлением закономерности распределения приуроченных к ним россыпных месторождений и проверки их на присутствие касситерита.

За полевой период были охвачены исследованием долина р. Тобола от верховьев до прииска Джетыгоры с его левыми притоками и водоразделами между ними, водораздельное пространство между системами рр. Тобола и Урала на этой же широте и долины рр. Урус-Кискана и Суундука (от впадения Урус-Кискана до пос. Адрианопольского).

В недавнее время на восточном склоне Урала почти нигде не было известно континентальных отложений мезозоя, и все имеющиеся здесь пятна рыхлых отложений относились к палеогеновым образованиям третичного и четвертичного времени.

Лишь за последнее время исследованиями, главным образом Петренко (1936), Бер (1932), Яншина (рукопись), Безрукова (1938), Безруков и др., (1936), Разумовской (1937) и Хабакова (1935), в ряде мест среди подобных отложений была найдена флора, указывающая на юрский и меловой возраст.

Основываясь на этом, Яншин почти все имеющиеся на Урале пятна рыхлых континентальных отложений отнес к мезозою, главным образом к юре и мелу, оставив для третичных отложений очень небольшой ареал распространения, в основном по западному склону.

Юрскими он условно считает и толщу золотоносных отложений в районе верховьев р. Суундука у Колчино-Березовских приисков, и золотоносные породы, развитые на верхней террасе р. Суундука у пос. Кваркено, и континентальные отложения, содержащие золото, у устья р. Суундука.

Наши исследования показали, что выводы Яншина по отношению к отложениям, развитым в долине р. Суундука, явились несколько преждевременными.

Геоморфологически район исследований можно разделить на три области:

1. Район верхнего течения р. Суундука с его левыми притоками до впадения в него р. Урус-Кискапа. Район представляет собой область пенепплена с довольно резко выраженными относительными поднятиями и усиленной эрозионной деятельностью. К нему приурочены полосы распространения рыхлых континентальных отложений, не связанных с современным рельефом, т. е. дочетвертичных, частично залегающих на междуречных возвышенностях, частично слагающих высокие террасы р. Суундука и содержащих россыпное золото.

2. Район водораздела между системами рр. Тобола и Урала. Область пенепплена, испытывающая слабые относительные поднятия, выразившиеся в глубоком врезе верховьев стекающих с него рек и наличии висячих логов.

3. Район верховьев Тобола, от истоков до горы Джетыгора, с его левыми притоками. Область пенепплена, испытывающая медленные относительные погружения, с законченным эрозионным циклом и ясно выраженными следами дряхлости гидрографической сети.

Зрелость эрозионного рельефа возрастает с запада на восток, что находится в зависимости от большей или меньшей удаленности района от центральной полосы Урала, которая, как установлено, поднималась до самого недавнего времени.

Интересно, что площади древних континентальных отложений, заключающих россыпные месторождения, приурочены к областям молодых поднятий (долина р. Суундука).

В областях же, испытывающих относительные погружения (долина верховьев р. Тобола), этих отложений на поверхности мы нигде не наблюдаем.

В крайнем, северо-западном углу изученного района рыхлые континентальные отложения залегают на междуречных возвышенностях параллельно современной долине р. Суундука. Распространение их довольно значительно. На севере они залегают двумя параллельными полосами (прииски Михайловский и Колчино-Березово); южнее, в районе пос. Болотово, эти полосы сливаются в одну.

Представлены континентальные отложения песками, глинами и галечниками светлых тонов (белые, розоватые, желтоватые, светлосерые), мощностью до 50 м. Для верхних их горизонтов характерным является наличие железистого «бобовника», вмещающие глины которого окрашены в красновато-черные тона.

Во многих буровых скважинах над золотоносными песками, залегающими в низах разреза, прослежены пласты лигнита.

Постелью этих отложений являются сильно закарстованные известняки, благодаря чему они часто залегают здесь в виде косых пластов под углом до 50—70°, иногда даже до 90°. Благодаря косому залеганию колчинских слоев, россыпи встречаются на различной глубине; часто золотоносный пласт выходит на поверхность, но иногда уходит на глубину до 70 м.

При просмотре начальником Аниховского отряда Южноуральской экспедиции С. Д. Поновым шлихов, взятых из отвалов старых приисков Колчино-Березовского участка, в них, кроме золота, были обнаружены отдельные окатанные зерна и обломки касситерита.

Промышленного значения эти находки не имеют, но факт присутствия касситерита в рыхлых континентальных отложениях говорит о возможности его нахождения вблизи исследованного района.

Большой интерес представляет тот факт, что в пластах лигнита, зале-

гающих над золотосными песками, обнаружена древесина, которая, по определению А. В. Ярмоленко, принадлежит к виду *Taxodioxydon distichum* Mercl. Этот вид в СССР указан из майкопских слоев Северного Кавказа, из отложений полтавского яруса и второго средиземноморского яруса на юге Европейской части СССР, а также на Урале близ Челябинска. Близкая видовая разность *Taxodioxydon taxodii* указана В. А. Варсонофьевой (1927) из верхнетретичных отложений близ Красноуфимска.

Правда, в последней работе П. Л. Безруков (1938) отрицает третичный возраст рыхлых песчано-глинистых отложений, развитых около Красноуфимска, на основании того, что над ними им обнаружены морские слои верхнего мела, но он указывает, что В. А. Варсонофьева не дает стратиграфического положения и местонахождения своих находок и поэтому отрицать возможность третичного возраста *Taxodioxydon* с Уфимского плато нельзя.

Принадлежность *Taxodioxydon* к третичным отложениям (не позже миоцена) подчеркивает, ссылаясь на И. В. Палибина (1936), Крашенинников (1915). Об этом же говорит и сам И. В. Палибин (1936).

Во всяком случае, род *Taxodioxydon* нигде в литературе не упоминается из отложений мезозоя, а характеризует уже третичные отложения. Таким образом, мы с достаточной определенностью можем говорить, что находка *Taxodioxydon distichum* в пластах лигнита, залегающих в пизах разреза над золотосными песками в Колчино-Березовском районе, указывает на неогеновый возраст всей описанной нами толщи рыхлых континентальных отложений, которая Яншиным была условно отнесена к юре.

Наличие среди описанных отложений крупного окатанного галечника, главным образом кварца, кварцита и известняка, переслаивающегося с песчаным и глинистым материалом, позволяет считать их отложениями неогеновой реки, русло которой приурочено к контакту известняков и глинистых сланцев и вытянуто в меридиональном направлении, согласно простирацию пород.

Наличие прослоев лигнита среди данных отложений указывает на то, что здесь мы имеем дело с приустьевой частью реки, куда сносился перепосымый ею материал.

Водоем носил уже застойный характер, с начавшимся заболачиванием, о чем свидетельствует и характер найденной флоры (*Taxodioxydon distichum* — болотный кипарис).

Крупные размеры и хорошая окатанность галечника говорят о большой силе потока, состав же галечника, преимущественно из местных пород, указывает на недалекий его перенос.

Косое положение слоев и наличие местных дизъюнктивных нарушений, типа сбросов, прослеженных геологом И. В. Лениным в шахте «Следопыт» (рукопись) на прииске Колчино, объясняется, повидимому, карстовыми провалами в известняках, имевшими место после отложения неогенового аллювия.

Не исключается возможность, что карстовые процессы имели место и до отложения континентальных толщ неогена, и, может быть, наличие на поверхности известняков карстовых воронок и различного рода углублений как раз явилось причиной отложения в них аллювия, но факт дизъюнктивных нарушений его слоев говорит, что последующие процессы карстообразования имели решающую роль в образовании «косых» пластов колчинских россыпей.

Таким образом, мы приходим к выводу, что рыхлая толща Колчино-Березовского района была отложена в миоценовое время мощным речным потоком, приуроченным к депрессии древнего рельефа (повидимому, к синклиналям в известняках).

Настоящее положение этой толщи на водораздельных возвышенностях, не связанное с современным рельефом, объясняется наличием эпейрогени-

ческих поднятий, последовавших после ее отложения, т. е. уже на границе с кварталом.

К югу от полос третичных отложений Колчина, примерно в 30 км ниже по Суундуку, на правом его берегу, около пос. Кваркено, мы вновь встречаемся с толщей рыхлых пород, содержащих россыпи золота. Характер залегания и состав этих отложений несколько отличаются от вышеизложенных. Они приурочены к высокой 16-метровой эрозионной террасе р. Суундука; цоколь ее сложен известняками, сильно измененными, частью окремнелыми, закарстованными.

На северо-западе известняки граничат с гранитным массивом, а на востоке и юго-востоке — с песчаниками и сланцами карбона.

Рыхлые отложения приурочены к контакту известняков с гранитами и залегают так же, как у Колчина, в виде меридиональной полосы, не считаясь с современной гидрографической сетью. Начинаются они по правому берегу р. Каменки (правый приток р. Суундука) и прослеживаются по правобережью р. Суундука до впадения в него р. Урус-Кискана, где поворачивают к югу и прослеживаются по обоим берегам последнего на протяжении около 6 км вверх по течению Урус-Кискана.

Мощность их у пос. Кваркено колеблется от 5 до 15 м.

Разрез представляется в следующем виде:

- | | |
|---|----------------------|
| 1. Бурые суглинки | 5.30 м |
| 2. Бурые песчаные глины с редкими гальками | 0.90 » |
| 3. Крупный галечник-речник, прекрасно окатанный | 0.40 » |
| Состав гальки—кварц, кварцит, известняк. | |
| 4. Крупнозернистые пески, серо-бурые с глинистыми прослоями внизу | 2.70 » |
| 5. Второй слой галечника того же характера, что и выше лежащий | 0.30 » |
| 6. Крупнозернистые, желто-бурые золотоносные пески, с включением
глыб разрушенного гранита и белых тонких песков | Неопред.
мощности |
| 7. Разрушенный известняк. | |

В 1936 г. старателями в основании первого слоя галечников, на глубине 6.50 м, был найден зуб слона, который, по определению Е. И. Беляевой, принадлежит ранней форме *Elephas meridionalis*.

В 2 км на юг от находки *Elephas meridionalis* в дудке был обнаружен обломок зуба, который Е. И. Беляева определила как зуб *Mastodon borsoni*. К сожалению, нельзя точно установить глубину его залегания. Разрез этой дудки почти повторяет вышеописанный, с наличием также двух слоев галечника, в том же стратиграфическом положении.

Более сильная минерализация зуба, сохранившаяся на нем мягкая желтая глинистая порода и вкрапления золота в коронке зуба, побуждают Е. И. Беляеву считать, что зуб *Mastodon borsoni* был получен из более глубоких слоев разреза, из отложений не выше нижнего галечного слоя, из его нижней части, или из золотоносных песков.

Эти находки позволяют Е. И. Беляевой установить следующий возраст кваркенского аллювия.

Верхний галечниковый слой она принимает за отложения нижнего плейстоцена или за переходный от верхнего плиоцена к нижнему плейстоцену.

Нижний галечниковый горизонт относится ею к плиоцену, а подстилающие его золотоносные пески — к нижнему плиоцену или даже миоцену.

Таким образом, полоса рыхлых континентальных отложений, развитая у пос. Кваркено, не оправдала предположений Яншина о юрском ее возрасте, а относится также к неогену.

Наличие в этой толще двух галечниковых горизонтов указывает на то, что здесь имели место двукратные поднятия местности, сопровождавшиеся усиленным размывом поднятых частей, переносом обломочного материала рекой и отложением его в пониженных частях древнего рельефа.

Как в Колчине, так и здесь наблюдается приуроченность неогеновых отложений к контакту известняков с другими породами, что объясняется

большой податливостью известняков к процессам выщелачивания и образованию карстовых депрессий, явившихся коллекторами рыхлых отложений; но и здесь очевидна роль последующих процессов карстообразования, так как часто наблюдается косое залегание слоев.

Необходимо отметить, что перенос отложений здесь также был небольшой. На это указывает состав галечника, главным образом из местных пород, наличие разрушенных глыб гранита среди рыхлой толщи и, кроме того, присутствие в шлихах псеелита, также не выдерживающего длительного переноса.

При просмотре сотрудником Аниховского отряда Южноуральской экспедиции А. А. Тимофеевым шлихов, взятых из золотоносных песков Кваркена, в них также были обнаружены немногочисленные неправильной формы, часто хорошо окатанные зерна касситерита с обычно сопутствующей ему ассоциацией минералов (монацит, шеелит, турмалин, топаз, магнетит, ильменит, циркон, апатит, апатиз, гранат).

Этот факт подтверждает высказанное нами предположение о возможности нахождения касситерита где-то вблизи исследованного района.

В шлихах, взятых из этой же толщи ниже по течению р. Суундука, близ впадения в него Урус-Кискана по правому и по левому его берегу, касситерита обнаружено не было, но здесь оказалось довольно большое количество монацита.

То обстоятельство, что шлихи были взяты из случайных шурфов и в них, кроме монацита, присутствует золото, заставляет считать целесообразным постановку здесь более детальных поисковых работ.

Ниже по течению р. Суундука наличие рыхлой континентальной толщи, принимаемой Яншиным также за юрскую, известно у впадения р. Суундука в р. Урал, за границами исследованного нами района. Никаких более точных сведений об этом районе мы дать не можем, так как он находится за границей наших исследований. Очень возможно, что при детальном изучении развитых в нем континентальных отложений, они также окажутся верхнетретичными. Нам сейчас важно подчеркнуть то обстоятельство, что и там эти отложения протягиваются в виде меридиональной полосы, приуроченной к контакту известняков с другими породами, параллельно р. Уралу и вкост р. Суундуку, которая в приустьевой части течет в почти пиротном направлении.

Таким образом, мы устанавливаем наличие в бассейне р. Суундука от верховьев до устья трех меридионально вытянутых древних долин, две из которых, как установлено, выполнены неогеновыми отложениями; долины не связаны с современным рельефом и современной гидрографической сетью и проложены в депрессиях древнего, повидимому доюрского, рельефа. В настоящее время выполняющие их отложения выходят на поверхность, часто слагая водораздельные высоты благодаря эпифрогеническим поднятиям, имевшим место после их отложения, т. е. на границе третичного и четвертичного периодов.

Интересно отметить, что восточнее, в районе верхнего течения р. Тобола, от его верховьев до горы Джетыгоры, описанные рыхлые отложения неогенового возраста, содержащие россыпи золота и редких металлов, нами не обнаружены.

Принимая во внимание огромную, до 25 км, ширину долины р. Тобола, отсутствие древних высоких террас, общую дряхлость гидрографической сети этого района и, в первую очередь, самой долины Тобола и большую мощность четвертичных отложений, мы можем высказать предположение, что эта область испытывала, повидимому, движения обратного порядка, т. е. погружения, и древние аллювиальные отложения третичного, а может быть и мезозойского, возраста оказались здесь погребенными под мощной толщей молодых четвертичных отложений.

Попробуем наметить основные этапы развития рельефа описываемой области, начиная с мезозоя.

Известно, что последние крупные орогенические движения на восточном склоне Южного Урала имели место в варисцийское время, т. е. в конце палеозоя. В результате этих движений и последующих эрозионных процессов произошло оформление ряда горных цепей, разделенных многочисленными впадинами и депрессиями.

За последующий период геологической истории, описываемый нами район более не покрывался морем, а развивался в условиях длительного континентального режима.

В начале его поднятая горная страна, какой был в то время Урал, подверглась значительной денудации. Горные хребты разрушались, и обломочный материал заполнял впадины палеозойского рельефа (отложения мощных обломочных толщ Челябинского и других буроугольных бассейнов восточного склона Урала). По мере выравнивания страны происходило уменьшение стока и в связи с этим уменьшение значения эрозии. Начали преобладать процессы химического выветривания благодаря просачиванию водных растворов по трещинам в глубь пород палеозойского субстрата; эти процессы привели, в условиях жаркого субтропического климата, на повышенных частях рельефа к накоплению мощных толщ коры выветривания, так широко развитой по всему восточному склону Южного Урала. Просачивание водных растворов в глубь палеозойских известковых пород обусловило процессы выщелачивания и создание в них древнего карста.

Доюрский возраст коры выветривания восточного склона Южного Урала предполагался Н. Г. Бер (1932) и доказан Эпштейном (1932) для Челябинского района, а П. Л. Безруковым и А. Л. Яншиным (1936) — для Орского Урала.

Образование мощной толщи коры выветривания еще больше подчеркнуло пенеппенизирующий характер местности, хотя перичное выравнивание, как мы уже говорили, необходимо было до накопления коры как одно из условий ее образования.

Последующие древне- и новокиммерийские альпийские горообразовательные движения проявились на восточном склоне Южного Урала, главным образом в виде дизъюнктивных нарушений характера надъигов и сбросов, благодаря чему продолжалась дифференциация рельефа на выступы и впадины.

П. Л. Безруковым и А. Л. Яншиным (1936) обнаружены к югу от нашего района дизъюнктивные нарушения конца третичного времени в виде ступенчатого сброса, протягивающегося в меридиональном направлении на 40 км вдоль западного склона Иреньской антиклинальной зоны и секущего всю толщу мезо-кайнозойских отложений района вплоть до пенчающих разрез красных континентальных суглинков третичного возраста.

Таким образом, к неогену рельеф восточного склона Южного Урала в пределах исследованного нами района унаследовал ряд существенных признаков доюрского рельефа, который представляется нам в виде почти плоской равнины с отдельными выступами, сложенными метаморфизованными палеозойскими породами, простирающимися в меридиональном направлении, и впадинами, выполненными рыхлыми континентальными отложениями мезозоя и кайнозоя.

Основному меридиональному направлению простираения палеозойских пород соответствовала и неогеновая речная сеть, которая, естественно, прокладывала себе путь среди впадин домезозойского рельефа, промывая выполняющие их рыхлые отложения, а также следуя тектоническим линиям контактов палеозойских пород, особенно контактам известняков, разрушенных карстом, с более твердыми палеозойскими породами.

Так, в нашем районе мы наблюдаем наличие трех меридионально вытянутых изоклинальных долин, возникших в неогенное время и приуроченных к контакту сильно закарстованных известняков с гранитами или сланцами.

Наличие двух горизонтов крупных галечников, установленное среди аллювиальных отложений неогенового времени у пос. Кваркено, позволяет говорить о том, что Южный Урал и в это время не переставал жить тектонически и что на границе миоцена и нижнего плиоцена, а также плиоцена и квартала последовали поднятия, а сносимый с приподнятых частей материка перетлагался реками в долинах.

Залегание миоценовых аллювиальных отложений на междуречных возвышенностях у пос. Колчино-Березово также подтверждает наличие поднятий в послемiocеновое время.

Нужно думать, что эти поднятия явились следствием эпейрогенических движений главного Уральского хребта.

С другой стороны, можно видеть, что современная речная сеть системы рр. Урала и Тобола имеет уже не меридиональное, а главным образом широтное направление, т. е. не совпадает с направлением древней речной сети, повторяя ее лишь на отдельных участках (рр. Суундук, Тобол и его левые притоки — Аят, Тогузаки и др.).

Эти данные, в совокупности с фактами усиленного врезания верховьев рек, стекающих в обе стороны с Урало-Тобольского водораздела, а также с фактом наличия висячих логов говорят о совсем недавних поднятиях Урало-Тобольского водораздела, обусловивших широтное направление стекающих с него рек.

Таким образом, современный рельеф исследованного района также унаследовал существенные черты доюрского рельефа, но уже сильно изменен и продолжает изменяться благодаря действию как эрозионных факторов, так и дифференцированных движений, вследствие которых мы имеем относительные поднятия и обновление эрозионного цикла в одних местах (р. Суундук) и, наоборот, относительные погружения и одряхление эрозионного цикла в других (верховья р. Тобола).

Чтобы дополнить картину влияния тех или иных факторов на развитие и изменение рельефа, нужно упомянуть о том, что карстовые процессы в данном районе также не прекращались, а имели место, по крайней мере, до самого недавнего времени, на что указывает косое положение многих пластов неогена, приуроченных к известнякам, и наличие в них дизъюнктивных нарушений.

Значение всего вышеизложенного состоит главным образом в установлении в районе наличия речной сети неогенового возраста, не совпадающей с современной гидрографической сетью, причем к аллювию первой приурочены россыпные месторождения, тогда как в современном аллювии, по крайней мере для исследованного района, таковых не обнаружено, и лишь вблизи древних россыпей в современной аллювии отдельных ложков и балок встречаются россыпи, происшедшие за счет перемыва древних, причем они сильно обеднены.

Отсюда становится совершенно ясным значение изучения стратиграфии, генезиса и возраста подобного рода континентальных отложений при поисках россыпных месторождений, а также необходимость уделять большое внимание характеру распределения долин древнеречной сети, что упирается в изучение геоморфологии и тектоники местности.

В заключение нам хочется сделать еще одно замечание, пока, может быть, только в виде вопроса.

Поскольку мы установили факт изоклинального направления долин неогенового возраста, нам кажется, что меридиональный отрезок течения р. Тобола от его поворота из широтного в меридиональный до впадения в Тобол р. Шуртанды заслуживает серьезного внимания как участок, возможно унаследованный от древней неогеновой долины.

Если это так, то здесь возможно нахождение россыпных месторождений неогенового времени; только эти россыпи, повидимому, залегают на значительной глубине, так как, благодаря погружениям древней аллювий должен быть погребен здесь под мощной толщей более молодых четвертичных

образований, как это имеет место среди древних долин Центрального Казахстана (Кассин, 1936).

ЛИТЕРАТУРА

- Безруков П. Л. К открытию мезозойских отложений на Уфимском плато. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1938, № 5—6.
- Безруков П. Л. и Яншин А. Л. Юрские отложения и месторождения бокситов на Ю. Урале. Тр. Инст. геол. и мин., 1936, вып. 7.
- Бер Н. Г. Геологические исследования в верхней части бассейна Тобола. Изв. Всесоюз. геол.-разв. объедин., 1932, том 2, вып. 90.
- Варсонофьева В. А. Месторождения каолиновых глин в Кунгурском, Красноуфимском и Соликамском уездах Пермской губ. Мат. для изуч. ест. произв. сил Акад. Наук, вып. 64, 1927.
- Кассин Н. Г. О древних долинах Центрального Казахстана. Пробл. сов. геол., 1936, 6, № 1.
- Крашенинников. Древняя кора выветривания лесостепного Зауралья. Изв. Докуч. почв. ком., 1915, № 3.
- Ленных И. В. Отчет Солончанской партии за 1928 г. Фонд Геол.-разв. бюро прииска Айдырля. (Рукопись.)
- Ленных И. В. Отчет о разведочных работах в Солончанском районе за 1929 г. Фонд Геол.-разв. бюро прииска Айдырля. (Рукопись.)
- Ленных И. В. Результаты разведок древних россыпей в Кочкарском районе 1930—1931 г. Фонды Нигризолото. (Рукопись.)
- Налибин И. В. Этапы развития флоры Прикаспийских стран со времени мелового периода. М.—Л., изд. Акад. Наук, 1936.
- Петренко А. А. Об условиях образования осадков эпохи континентального выветривания Приорского района. Пробл. сов. геол., 1936, том 5, № 3.
- Разумовская Е. Э. К истории рельефа северо-восточной части Орского Урала. Изв. Гос. геогр. общ., 1937, 69, вып. 1.
- Толстихина М. М. К вопросу о наличии молодых поднятий на Ср. Урале. Изв. Гос. геогр. общ., 1937, 69, вып. 1.
- Хабаров А. В. Доюрский рельеф и древняя кора выветривания в Южной части Ю. Урала. Изв. Гос. геогр. общ., 1935, 67, № 2.
- Эпштейн С. В. Геологические наблюдения в Челябинско-Троицком районе на Восточном склоне Урала. Тр. Всесоюз. геол.-разв. объедин., 1932, вып. 187.
- Яншин А. Л. Континентальные юрские отложения Урала. Объяснительная записка к геологической карте Урала в масштабе 1 : 500,000. (В печати.)

K. V. NIKIFOROVA

A SURVEY OF THE CONTINENTAL HISTORY OF THE EASTERN SLOPE OF THE URALS IN THE REGION OF THE UPPER COURSE OF THE TOBOL AND SUUNDUK RIVERS

Summary

On the eastern slope of the South Urals, in the region of the upper course of the Suunduk River, the author has discovered traces of the ancient hydrographic network of a meridional direction, filled with friable continental sediments containing placer deposits of gold, monazite, and a small quantity of cassiterite. Its age, from findings of woody matter, belonging to the species *Taxodioxylon distichum* Mercl. sp. in the lower portion of the continental deposits, as well as from findings of teeth of *Elephas meridionalis* and *Mastodon borsoni* within these beds at the Kvarkeno Mine, is referred by the author to the Neogene (and not the Mesozoic as it had been formerly considered by Yanshin).

Traces of recent tectonics have been established, which account for the presence of an ancient alluvium at the height of modern divides. As a result of the work performed definite regularity in the distribution of the placer deposits (the ancient valleys, containing them, being confined to limestones of the Upper Devonian and Lower Carboniferous, with strongly developed sink-holes, as well as their being confined to definite geomorphological zones) is outlined. An impoverishment of placers in Quaternary valleys, as the result of their redeposition, has been established.

Г. С. КОННИКОВА

**К ВОПРОСУ О ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЯХ ГЛИН
ПРИ УСАДКЕ**

(В порядке постановки вопроса)

Физическое состояние пластичных грунтовых масс определяется исключительно степенью их влажности, ибо при различном содержании воды грунты обнаруживают различные формы пластических консистенций. Переход грунта от одного состояния к другому, например от текучего к пластичному или от пластичного к твердому, совершается не скачкообразно, а непрерывно. Можно полагать, например, что пластические свойства глинистого грунта уже заключены в нем при текучем состоянии, а показатели твердого состояния в какой-то мере присущи грунту, когда он еще находится в пластичном состоянии. Здесь уместно сослаться на известные исследования проф. Б. В. Дерягина, показавшего, что вода, если она заключена в достаточно узких промежутках, образованных лиофильными поверхностями, сама обладает свойствами пластичных и даже твердых тел. В практике грунтоведения, однако, принято характеризовать граничные состояния грунта (текучести, пластичности) определенным значением влажности его, т. е. какой-то точкой на кривой, изображающей изменение пластичного состояния грунта в функции влажности. Так, например, получаются показатели пластичного и текучего состояния грунтов общеизвестными в практике грунтоведения приемами (Аттерберг, Казагранде, Фарский, Охотин и др.).

Исходя из сказанного выше, мы полагаем, что для глинистых грунтов границы перехода от одного состояния к другому, например от текучего к пластичному или от пластичного к твердому, определяются не точкой, т. е. не одним каким-нибудь значением влажности, а некоторой зоной, т. е. рядом точек, отвечающих на соответствующей кривой участку более или менее плавного перехода от одного состояния грунта к другому.

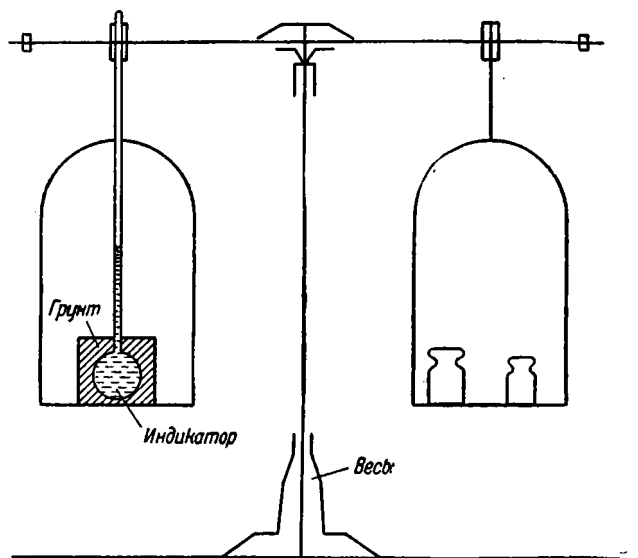
Настоящая статья имеет целью довести до сведения о работах, проводимых нами в направлении исследования характера деформации глин при усадке от усыхания. Существуют разные мнения по поводу характера водоотдачи глинистым грунтом влаги на испарение. Некоторые считают, что при усыхании глины влага в ней распределяется неравномерно—больше к центру усыхающего объема, меньше к периферии (Лыков, 1938). Другие же, наоборот, полагают, что в известных условиях распределение влажности должно быть равномерным, например, если усыхающий слой глины не превышает по мощности величины 1—2 см, а температура сушки остается неизменной и настолько малой, что усыхание происходит достаточно медленно (Терцаги).

Потеря воды глиной приводит к равномерному распределению остающегося ее запаса по всему объему грунта, независимо от величины его. Если скорости испарения не превышают скоростей передвижения воды в грунте под влиянием сил смачивания и капиллярности (Федосов).

Можно согласиться с мнением, что глинистая грунтовая масса характеризуется, вообще говоря, двумя системами сил:

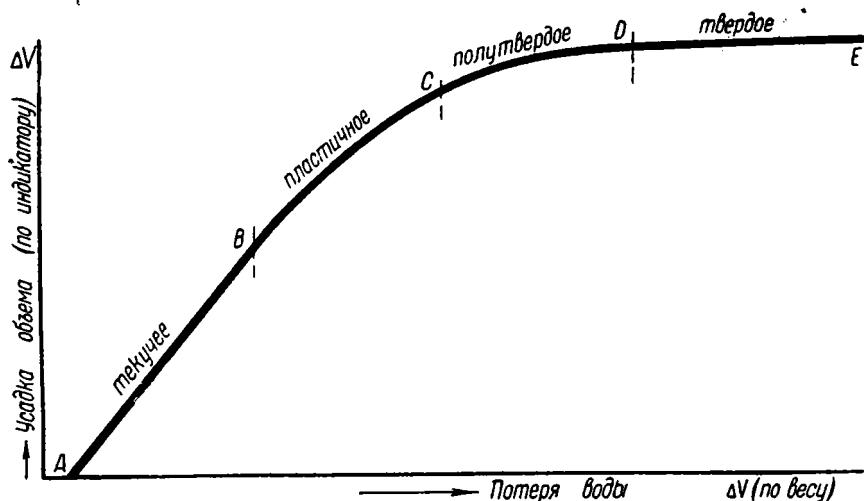
1) система сил внутреннего давления воды в порах грунта — силы активные;

2) система сил внутреннего сцепления и трения между элементами грунтового скелета — реактивные силы (Федосов).



Фиг. 1. Схема опыта усыхания глины.

Таким образом, от того, какая из этих систем превалирует, и будет наблюдаться соответствующая картина деформации грунта при усыхании. В самом деле, при относительно малых значениях активного фактора — давления воды в порах грунта — и, наоборот, высоких сопротивлений



Фиг. 2. Диаграмма усадки глинистого грунта от усыхания.

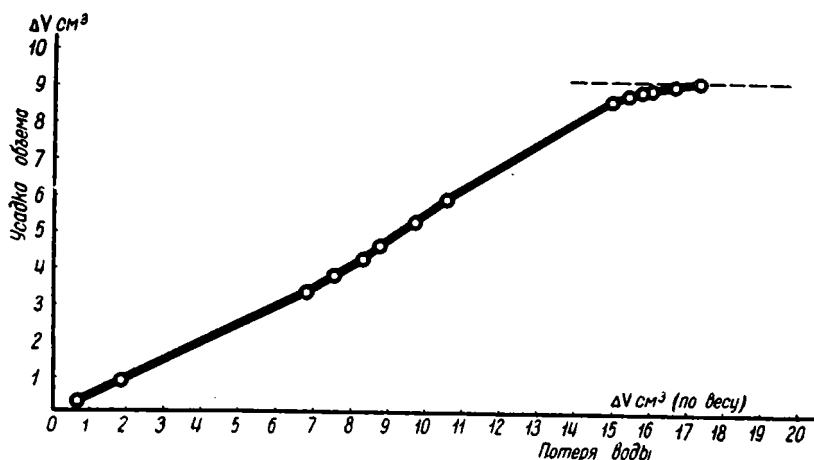
скелета явления усадки от усыхания не наблюдаются вовсе (пески). Напротив, как известно, глины характеризуются высокой степенью активности поверхности скелета и не жестким сложением его, а потому в глинах явление усадки при усыхании выражено заметно.

Предел усадки, таким образом, выражает максимальное значение величины внутреннего давления воды в порах при переходе из пластичного состояния в твердое.

Пользуясь простейшими приспособлениями, можно проследить характер деформации в усыхающих глинах.

Для этого необходимо было построить специальный индикатор с возможно меньшим внутренним сопротивлением. Нами построен индикатор по типу манометра А. Е. Федосова, состоящий из весьма тонкого резинового баллона и капиллярной трубки, заполненной до некоторого уровня водой. Такой индикатор закладывался внутрь усыхающего грунта и позволял путем наблюдений за уровнем в капилляре судить о характере усадки при усыхании. Влажность же грунта определялась из учета потери воды грунтом путем взвешивания последнего. Схема опыта показана на фиг. 1.

Если бы скелет образца грунта в опыте не создавал сопротивления при усадке (реактивные силы) большего, чем давление сжатия, развивае-



Фиг. 3. Кривая усадки образца юрской глины в состоянии грунтовой массы при влажности $W = 59.80\%$.

мое водой в порах (активные силы), то картина деформации при испарении выражалась бы отрезком AB (фиг. 2).

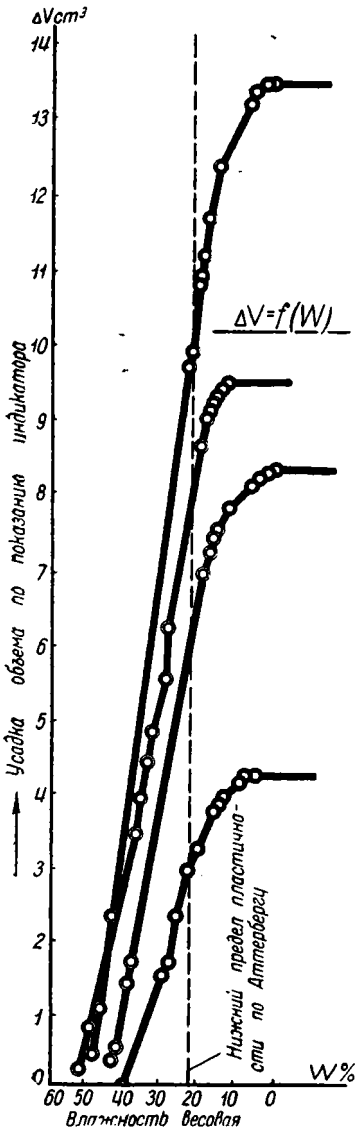
Но сопротивление грунтового скелета вызывает отклонение кривой усадки от прямой линии, тем большее, чем больше сопротивление скелета (отрезки BC , CD , DE на фиг. 2), что и видно по результатам произведенных опытов на фиг. 3.

Как видно на фиг. 3, кривая стремится к асимптоте, которая определяет, повидимому, предел усадки грунта, т. е. переход его из пластичного состояния в состояние твердое. Исходя из предположения, что предел усадки данного глинистого грунта от усыхания есть величина постоянная, приходим к выводу, что для разных исходных состояний влажности водонаполненных образцов грунта должны быть и разные величины объемной усадки их при усыхании. Именно более влажный образец получит и большую усадку относительно первоначального объема.

Это подтверждается нашими опытами. На фиг. 4 приведены кривые усадки образцов, полученные по нашему способу для образцов юрской глины с разной влажностью в исходном состоянии. Как видно, диапазон усадки получился различный и в полном соответствии со сказанным выше. Но при этом предел усадки оказался практически величиной одинаковой для образцов из одинакового грунта, о чем можно судить по величине коэффициента пористости в грунтовых образцах в конце усыхания (табл. 1).

Усадка и коэффициент пористости для глины с различной исходной влажностью

Грунт	Исходная влажность в %	Усадка по показанию индикатора	Коэффициент пористости в конце опыта
Глина юрская из с. Ундоры и 20 км выше г. Ульяновска (искусственно приготовленная грунтовая масса)	70.40	9.98	0.62
	123.68	11.49	0.61
	42.92	4.38	0.58
	66.88	11.67	0.68
	76.98	13.60	0.67
	59.80	9.68	0.62



Фиг. 4. Диаграмма усадки образцов юрской глины с различной исходной влажностью (искусственно приготовленная грунтовая масса).

При рассмотрении кривых усадки на фиг. 4 бросается в глаза, что во всех случаях переход из прямолинейного участка кривой в криволинейный (с постепенным изменением угла наклона к оси абсцисс) приурочивается к абсциссе, имеющей значение, близкое к 20% (влажность грунта).

Перегиб кривой $\Delta v = f(W)$, отвечающий затуханию процесса усадки, определяет возрастание реактивных сил в грунте, уменьшение пластической деформации и потерю грунтом пластических свойств.

Таким образом, влажность, отвечающая началу и концу кривой на перегибе [от выхода из прямолинейного участка диаграммы $\Delta v = f(W)$ до перехода на асимптоту], определяет границы перехода грунта из пластического состояния в состояние твердое.

Любопытно, что нижний предел пластичности для данного грунта по Аттербергу (раскатывание в проволоку), определенный в различных лабораториях, изменяется от 23.9 до 28.2%. Можно не сомневаться, что этот показатель, получаемый путем раскатывания грунта в проволоку, в какой-то мере зависит от субъективных условий определения, причем мера эта остается неизвестной. Объективное поведение грунта, как это следует из наших опытов, таково, что он начинает более или менее заметно терять свои пластические свойства при влажности около 20—25% (фиг. 4).

Описанные опыты выполнены на образцах юрской глины в состоянии искусственно приготовленной грунтовой массы. Глина взята из шурфа глубиной 67—95 см на бичевнике р. Волги у с. Ундоры, в 20 км выше г. Ульяновска. Глина темпосерая, вязкая, влажная, жирная, плотная. Содержит значительное количество щебня и гравия из песчаников, мергелей

и сланцев. Встречаются конкреции пирита и полустгнившие растительные остатки. Некоторые данные о физико-механических показателях указанного грунта приведены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические свойства юрской глины

Механический состав в % в пересчете на абсолютно сухую навеску						Удель- ный вес	Константы Аттерберга		
1—0.25 мм	0.25— 0.05 мм	0.05— 0.01 мм	0.01— 0.005 мм	0.005— 0.001 мм	0.001 мм		Нижний предел текучести	Нижний предел пла- стичности	Число пластич- ности
0.89	10.11	29.84	32.96	14.53	11.67	2.75	49.14	28.21 (23.9)	21

G. S. KONNIKOVA

ON THE PLASTIC DEFORMATION OF CLAYS UPON SHRINKAGE

S u m m a r y

The paper presents a method for determining the nature of shrinkage deformation of a clayly ground when passing into the solid state due to drying. The author continues investigations in the same direction, carrying them out on grounds described in the paper, and on other grounds as well, both, artificially prepared and having natural structure.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	<i>Стр.</i>
А. И. Кравцов и М. М. Элинсон. К вопросу о влиянии подземных вод на газоносность угольных месторождений в Донецком бассейне . . .	1
С. Е. Колотухина. О вулканогенных фация нижнего карбона в Центральном Казахстане	17
Б. М. Келлер. Верхнемеловой флиш на Западном Кавказе	21
К. В. Никифорова. Очерк континентальной истории восточного склона Южного Урала в районе верховьев рр. Тобола и Суундука	29
Г. С. Конникова. К вопросу о пластических деформациях глин при усадке (в порядке постановки вопроса)	37

Технический редактор А. И. Дронов.

Корректор С. И. Персидский.

Сдано в набор 24/IV 1940 г. Подписано к печати 23/XI 1940 г. Формат 70×108¹/₁₆. Объем 2¹/₂ п.л. и 1 вкл. В 1 п. л. 58 000 печ. зн. Уч.-изд. л. 3,44 Тираж 800 экз. АЗ3227. АНИ № 1498

1-я Образцовая типография Огиза РСФСР треста «Полиграфнига». Москва, Валовая, 28.
Заказ № 2031.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

<i>Страница</i>	<i>Строка</i>	<i>Напечатано</i>	<i>Следует</i>
4	20 св.	l' и m'	l' и m ₂
9	20 св.	значительная	незначительная

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

- Очерки по геологии Сибири. (Под ред. акад. В. А. Обручева). Западный Саян. 1934. Стр. 137. С 9 фиг., 1 карт. Ц. 5 р.
- П. А. Молчанов. Восточный Саян по данным исследований последнего десятилетия. 1934. Стр. 81. С 9 фото, 1 карт. Ц. 3 р.
- В. П. Нехорошев. Геологический очерк Алтая. 1932. Стр. 46. 1 карта. Ц. 1 р. 50 к.
- Акад. В. А. Обручев. Геологический очерк Прибайкалья и Ленского района. 1932. Стр. 128. 2 карты. Ц. 4 р.
- А. Н. Чураков. История геологического развития южной части Средней Сибири от середины протерозойской эры до наших дней. С 2 схематическими картами в тексте и 7 цветными табл. хронологически последовательных разрезов. 1935. Стр. 29. Ц. 4 р.
- А. Н. Чураков. Кузнецкий Ала-тау, история его геологического развития и его геохимические эпохи. 1932. Стр. 119. 1 карта. Ц. 4 р.
- Я. С. Эдельштейн. Геологический очерк Минусинской котловины и прилегающей части Кузнецкого Ала-тау и Восточного Саяна. 1932. Стр. 59. 1 карта. Ц. 1 р. 50 к.
- Е. Е. Павловский и А. И. Цветков. Геолого-петрографический очерк западного побережья Малого моря (Западное Прибайкалье). 1938. Стр. 51. 3 вкл. Ц. 3 р.
- И. И. Катушенков. Кембрий Лено-Байкальского водораздела. Институт Геологических Наук. 1940. Стр. 144. Ц. 7 р.
- Павловский Е. В. и Цветков А. И. Северо-западное Прибайкалье. Геолого-петрографический очерк района Елохина мыса. (СОПС. Геологический и Петрографический ин-ты. Серия Сибирская, вып. 22). 1936. Стр. 136, фиг. 72. Ц. 7 р.

ПРИЕМ ЗАКАЗОВ НА ВСЕ ИЗДАНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР ПРОИЗВОДИТСЯ

в Конторе по распространению изданий „Академкнига“—
Москва, Б. Черкасский, д. 2

В ФИЛИАЛАХ КОНТОРЫ „АКАДЕМКНИГА“

Москва, ул. Горького, корпус Б. Магазин Издательства Академии Наук СССР.
Ленинград, проспект Володарского, 53-а.
Киев, ул. Свердлова, 15.
Харьков 3, ул. Свободной Академии, 13.
Одесса, ул. 10-летия Красной Армии, 28.
Ростов н/Дону, ул. Энгельса, 68.
Минск, Советская, 39.
Казань, Пионерская, 17/38.