

## К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОЙМЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. ВЯТКИ

*Г. А. Максимович и П. П. Никонов*

Основные стадии образования аккумулятивного комплекса речных террас были выделены в работе первого из авторов (Г. А. Максимович, 1941 г). В ней было установлено, что отложения стадии поймы представляют аллювиально-делювиальные образования, которые, находясь периодически то в субаквальных, то в субаэральных условиях, подвергаются значительному выветриванию. Эти отложения составляют по Г. А. Максимовичу III горизонт аккумулятивного комплекса речных террас и обозначены как III Qal (el) d.

Настоящая работа представляет результат изучения пойменных отложений на правом берегу р. Вятки в районе Дымковской слободы г. Кирова, проведённого в связи с разведкой керамических глин.

### Краткие геологические данные

Изученная часть поймы р. Вятки, площадью около 8 га, находится на правом берегу реки, в северо-восточной части слободы Дымково. Поверхность рассматриваемого участка слабо расчленена, высоты колеблются от 105 до 106,95 м, при чём наибольшие отметки приходятся на западную и восточную части, в то время как центральная понижена. К последней приурочены два небольших озера.

Гидрометрические наблюдения за 28 лет (1910–1937) показывают, что разведанный участок поймы заливался р. Вяткой полностью 22 раза, частично до отметки 106,8 м он заливался 5 раз. При этом вода не заливала только наиболее возвышенные части. В 1937 году, когда наибольший уровень р. Вятки достигал 105,54 м, большая часть исследованной территории оставалась свободной от воды. Общая ширина поймы р. Вятки в рассматриваемом районе составляет 2–3 км.

Проведённые разведочные выработки (22 шурфа глубиной 1,68–3,63 м) вскрыли только верхнюю часть аккумулятивного комплекса. Это следующие генетические горизонты (Г. А. Максимович, 1941):

V. Qr. Под почвенным покровом, состоящим из песчано-глинистого материала с перегнившими корнями травы, мощностью 0,10–0,20 м, залегают песчано-глинистые образования, разные для различных участков.

III. Qal (el) d. В юго-восточной части участка (шурфы 2, 7, 3, 5 фиг. 1) под почвенным слоем залегают серые и желтовато-серые, мелкозернистые, местами среднезернистые, кварцевые пески мощностью 0,18–0,52 м. Помимо основного минерала кварца в песке имеются полевые шпаты, различные разрушенные (неопределимые под микроскопом) минералы, а также эпидот, гранат, ставролит и циркон.

В северо-восточной части участка (шурфы 11, 14–20) почвенный слой подстилается коричневато-бурой, тёмнокоричневой, реже светлокоричневой песчанистой глиной. Мощность этих глин не превышает 0,5 м, изменяясь от 0,25 до 0,50 м. Как и песок юго-восточной части участка, песчанистая глина представляет в основном делювиальный материал, принесённый с востока с более высоких отметок.

В шурфе 7 песок залегают на размытой поверхности глин и возможно принесён водным потоком.

Северо-западная часть участка под почвенным покровом сложена коричневато-бурой, местами тёмносерой и почти чёрной пластичной глиной. В юго-восточной части участка она залегают под песком (шурфы 2, 3, 5, 7). Глина эта по большей части жирная, реже слабо песчанистая и содержит значительное количество окислов железа либо в виде бобовой руды (шурф 4), либо в виде ожелезнения (шурфы 1–6, 9–11, 13–21). Лимонит придаёт глине жёлтую или желтоватую окраску. Мощность глин изменяется от 0,44 до 2,78 м.

В шурфах 4, 10, 11, 12, где мощность глин превышает 1,5 м, нижняя часть разреза несколько отлична. При вскрытии шурфами развитая здесь серая глина характеризуется наличием белых пятен вивианита, которые при доступе воздуха при высыхании приобретают голубую окраску и придают глине голубовато-серый цвет. В глине наблюдаются ржавые пятна от железистых включений, а в шурфах 11 и 12 – углистые включения и обуглившаяся древесина. Песка в глине почти нет и она весьма пластична. Вивианит местами имеется и в песке, подстилающем глину (шурф 4).

Изменение мощности глин на территории участка иллюстрирует карта равных мощностей (фиг. 1). На карте показана общая мощность жирных и песчанистых глин без вивианита, которые мы в дальнейшем будем называть горизонтом 1, и глин с вивианитом (горизонт 2). Вивианит приурочен к местам наиболее мощного развития глин.

Верхняя часть глин (горизонт 1), там, где они выходят на поверхность под влиянием почвенно-элювиальных процессов, постепенно превращается в лёссовидные суглинки.

II. Qal. Глины повсеместно подстилаются серым, светлосерым или желтовато-серым мелкозернистым кварцевым песком. Местами он слабо глинист (шурфы 6, 8, 19). Песок вскрыт почти во всех выработках. Второй горизонт аккумулятивного комплекса, собственно аллювиальные отложения, только вскрыт. Нижележащего первого горизонта шурфы не достигли.

Гидрогеологические условия участка известны только для второй половины августа 1937 года. По данным шурфовки, здесь наблюдался грунтовый поток с востока на запад, т. е. по направлению к р. Вятке. При этом в районе выработок в западной и юго-восточной части участка (шурфы 22, 21, 12, 10, 13, 35), там, где глина имеет мощность более 1 м, вода обладает напором. Подъём воды выше подошвы глин не наблюдался только в шурфе 4, где песок, повидимому, плохо проникает из-за вивианитового цемента. В шурфе 11 песок не вскрыт.

Таблица 1

## Механический состав глин

| № п/п | Место взятия |       | Мощи. в метрах | Содержание частиц в %, Диаметры в м/м. |          |           |           |            |             |        | Примечания                              |
|-------|--------------|-------|----------------|----------------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-----------------------------------------|
|       | Шурф         | Пласт |                | 1,0–0,5                                | 0,5–0,25 | 0,25–0,05 | 0,05–0,01 | 0,01–0,005 | 0,005–0,001 | <0,001 |                                         |
| 1     | 1            | 2     | 0,97           | 1,01                                   | 0,40     | 14,89     | 21,78     | 32,80      | 10,30       | 19,02  | Горизонт 2 глина с вивианитом           |
| 2     | 1            | 3     |                | 0,57                                   | 0,43     | 16,68     | 24,13     | 19,17      | 18,58       | 20,44  |                                         |
| 3     | 10           | 3     | 2,74           | 1,00                                   | 0,69     | –         | 20,92     | 40,10      | 16,37       | 20,32  |                                         |
| 4     | 10           | 4     |                | 0,09                                   | 0,05     | 7,20      | 27,62     | 31,96      | 11,07       | 22,04  |                                         |
| 5     | 22           | 2     | 1,80           | 0,11                                   | 0,26     | 25,98     | 27,65     | 21,53      | 10,31       | 14,16  | Горизонт 2 глина с вивианитом           |
| 6     | 11           | 5     | 2,24           | 0,29                                   | 0,11     | 25,99     | 31,12     | 25,12      | 6,29        | 10,59  |                                         |
| 7     | 11           | 6     |                | 0,36                                   | 1,04     | 5,79      | 24,30     | 33,37      | 16,39       | 18,75  |                                         |
| 8     | 3            | 4     | 1,23           | 0,26                                   | 1,31     | 28,67     | 15,43     | 38,05      | 5,36        | 10,93  |                                         |
| 9     | 2            | 4     | 1,55           | 0,50                                   | 0,48     | 15,92     | 23,50     | 29,30      | 7,92        | 31,03  | Глина в кровле горизонта 2 с вивианитом |
| 10    | 4            | 3     | 2,78           | 0,61                                   | 0,51     | 15,48     | 25,10     | 18,70      | 18,11       | 20,81  |                                         |
| 11    | 5            | 4     | 1,27           | 0,11                                   | 0,29     | 24,80     | 27,96     | 22,52      | 10,40       | 16,03  |                                         |
| 12    | 6            | 2     | 0,44           | 0,18                                   | 0,42     | 22,60     | 28,79     | 23,01      | 11,09       | 13,09  |                                         |
| 13    | 7            | 3     | 0,54           | 1,00                                   | 0,21     | 21,83     | 19,08     | 38,16      | 8,44        | 11,29  | Глина в кровле горизонта 2 с вивианитом |
| 14    | 8            | 2     | 0,82           | 0,14                                   | 1,11     | 27,74     | 17,51     | 36,90      | 10,38       | 7,16   |                                         |
| 15    | 9            | 3     | 0,80           | 0,33                                   | 0,93     | 23,22     | 32,41     | 31,77      | 16,11       | 17,34  |                                         |
| 16    | 12           | 2     | 1,55           | 0,39                                   | 0,30     | 14,69     | 20,18     | 33,90      | 10,20       | 19,12  |                                         |
| 17    | 12           | 4     |                | 0,20                                   | 0,15     | 7,32      | 26,51     | 40,12      | 11,09       | 21,77  | Глина в кровле горизонта 2 с вивианитом |
| 18    | 13           | 4     | 1,90           | 0,16                                   | 0,16     | 8,10      | 28,24     | 32,41      | 10,16       | 23,04  |                                         |
| 19    | 14           | 2     | 0,45           | 2,88                                   | 12,36    | 36,20     | 10,97     | 19,40      | 12,10       | 18,73  |                                         |
| 20    | 15           | 2     | 0,35           | 8,05                                   | 11,97    | 32,00     | –         | 19,13      | 7,72        | 17,98  |                                         |
| 21    | 20           | 2     | 0,40           | 2,20                                   | 8,23     | 34,11     | 14,15     | 18,66      | 14,89       | 17,13  | Глина в кровле горизонта 2 с вивианитом |
| 22    | 21           | 2     | 2,18           | 0,19                                   | 0,67     | –         | 21,31     | 29,84      | 10,52       | 21,03  |                                         |

## Механический состав глин

Глины как первого, так и второго горизонтов были изучены с точки зрения гранулометрического состава. Большинство исследованных проб относится к верхней части глин без вивианита (таблица 1). При этом наблюдается закономерное изменение механического состава как по площади, так и по вертикали.

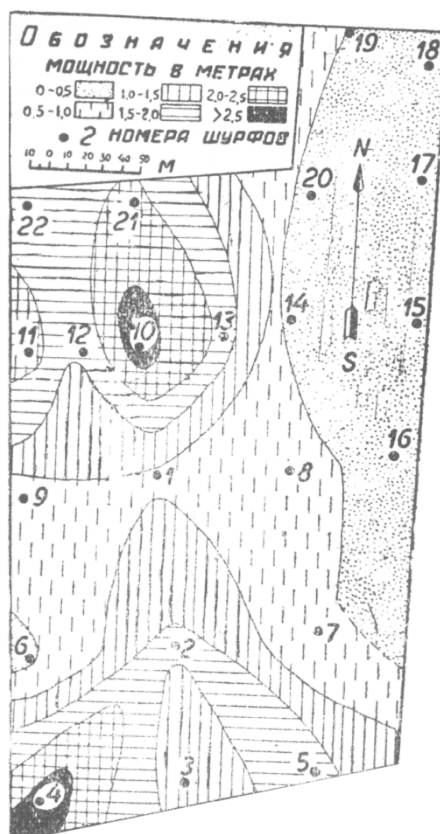


Рис. 1. Карта равных мощностей.

Верхний, не содержащий вивианита горизонт представлен наиболее песчанистой глиной в северо-восточной части участка (шурфы 14, 15, 20), там, где мощности не превышают 0,5 м (фиг. 1.). Наибольшим содержанием частиц <0,001 мм характеризуются те точки, где мощность глин наибольшая (шурфы 21, 10, 12, 13, 2, 4).

Вивианитовые глины охарактеризованы всего двумя механическими анализами (4 и 7, табл. 1). Содержание частиц более 0,25 мм в этих глинах около 1 %. Для глинистых частиц имеем преобладание фракции 0,01–0,005 мм и значительное содержание < 0,001. Подобным механическим составом характеризуется глина в

кровле горизонта вивианита в шурфе 12 (анализ 17), а также в расположенном рядом шурфе 13 (анализ 18).

Таким образом, наблюдается известная зависимость между мощностью глин, не содержащих вивианита, и их механическим составом. Там, где они маломощные, они более песчанисты. На участках развития глин большой мощности они мало песчаны и содержат небольшой процент более тонких частиц.

По вертикали, по данным шурфов 1, 10, 11, 12 (пробы 1–4, 6, 7, 16, 17), наблюдается уменьшение содержания крупных частиц с глубиной. Такое явление для пойменных отложений, образовавшихся за счёт осаждения, принесённых при разливах реки частиц, а также смывом с более высоких участков, может быть объяснено дезинтеграцией породы процессами выветривания. Ранее отложившиеся осадки, находясь дольше под влиянием процессов выветривания, более разрушены, более тонки.

Химический состав глин

Произведённые анализы показали сравнительно малую изменчивость химического состава.

Таблица 2

Химический состав глин

| Порода                                                         | Место взятия |      | Глубина |      | Мощность | влага | Потеря при прокалив. | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | SO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Щёлочн. |
|----------------------------------------------------------------|--------------|------|---------|------|----------|-------|----------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-------------------------------|---------|
|                                                                | шурф         | слой | от      | до   |          |       |                      |                  |                                |                                |      |      |                 |                               |         |
| Светлокоричневая плотная, в сухом состоянии растрескивается    | 1            | 2    | 0,22    | 0,64 | 0,42     | 0,43  | 5,93                 | 63,09            | 19,72                          | 3,71                           | 1,37 | 2,34 | 2,22            | 0,47                          | –       |
| Темнокоричневая, ожелезненная, пластичная                      | 1            | 3    | 0,64    | 1,21 | 0,57     | 5,14  | 5,65                 | 62,83            | 15,16                          | 8,65                           | 2,06 | 2,05 | 1,23            | 0,56                          | –       |
| Темносерая, пластичная, с вивианитом (с железистым включением) | 10           | 4    | 1,09    | 2,89 | 1,80     | 1,56  | 6,70                 | 62,89            | 16,61                          | 6,58                           | 1,28 | 1,68 | 1,02            | 1,23                          |         |
| Светлокоричневая, пластичная                                   | 11           | 5    | 1,39    | 2,92 | 1,53     | 5,08  | 3,51                 | 70,84            | 16,57                          | 2,67                           | 0,48 | 2,03 | 1,74            | 0,62                          |         |
| Анализ, произведённый ранее для фабрики гипсовых изделий       |              |      |         |      |          |       |                      | 67,03            | 18,77                          | 4,65                           | 0,68 | 1,96 | –               | –                             | 2,60    |

Анализы выполнены лабораторией стройматериалов Кировского Горсовета.

Глина с вивианитом, естественно, имеет повышенное содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Для глин, содержащих лимонит (пробы 2 и 3), анализы показали больший процент железа.

Минеральный состав глин

В пойменных глинах имеются две группы минералов. Макроскопически и частично микроскопически определены вторичные или эпигенетические минералы. Это выпавшие из раствора вивианит и лимонит, а также кальцит и халцедон, которые составляют имеющийся местами цемент.

Основная часть глин представляет кластический материал. Для изучения была взята фракция с диаметром частиц от 0,05 до 0,01 мм, как обладающая наиболее разнообразным минеральным составом. Результаты микроскопического изучения приведены в таблице 3.

Лёгкая фракция составляет в глинах с вивианитом 95,41 и 97,93 или в среднем 96,67 %, а тяжёлая 2,07 и 4,59 или в среднем 3,33 %. В лёгкой фракции преобладает кварц. Второе место занимают микроскопически неопределимые разрушенные минералы и очень невелика роль полевых шпатов.

В тяжёлом концентрате преобладает эпидот. Второе место занимают гранаты и рудные минералы. Менее 10 % составляют апатит, турмалин и дистен, а единичными зёрнами представлены энстатит, диопсид, ставролит, гиперстен, циркон, рутил, биотит и мусковит.

Таблица 3

Минеральный состав глин

| Порода                                                                    | Место<br>взят. |      | Глубина |      | Мощность | Минеральный состав |      |      |        |        |        |          |        |        |         |           |        |        |       |                |        |         |    |    |       |        |       |         |      |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------|------|---------|------|----------|--------------------|------|------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|---------|-----------|--------|--------|-------|----------------|--------|---------|----|----|-------|--------|-------|---------|------|
|                                                                           |                |      |         |      |          | Тяжёлая фракция    |      |      |        |        |        |          |        |        |         |           |        |        |       | Лёгкая фракция |        |         |    |    |       |        |       |         |      |
|                                                                           | шурф           | слой | от      | до   |          | %                  | Руд. | м-лы | Рогов. | обман. | Эпидот | Экстатит | Дистен | Ставр. | Диопсид | Гиперстен | Апатит | Циркон | Рутил | Гранат         | Биотит | Мусков. | %  | %  | Кварц | Полев. | шпаты | Разруш. | мин. |
|                                                                           |                |      |         |      |          |                    |      |      |        |        |        |          |        |        |         |           |        |        |       |                |        |         |    |    |       |        |       |         |      |
| Глина светло-коричн. плотн. растрескивается в сухом состоянии непластичн. | 1              | 2    | 0,22    | 0,64 | 0,42     | 5,11               | 30   | +    | 50     | +      | 2      | +        | +      | +      | 2       | 1         | 3      | –      | 11    | +              | +      | 94,83   | 80 | 4  | 16    |        |       |         |      |
| Глина светло-коричн. ожелезненная пластичная                              | 1              | 3    | 0,64    | 1,21 | 0,57     | 3,20               | 7    | +    | 48     | +      | 3      | +        | +      | –      | 4       | ½         | 4      | +      | 13    | +              | +      | 96,70   | 86 | +  | 4     |        |       |         |      |
| Темносерая глина с вивианитом                                             | 10             | 4    | 1,09    | 2,89 | 1,80     | 2,07               | 23   | –    | 51     | +      | 1      | +        | +      | –      | 1       | +         | 2      | +      | 22    | +              | +      | 97,93   | 90 | 2  | 8     |        |       |         |      |
| Темносерая глина с вивианитом                                             | 10             | 3    | 0,59    | 1,09 | 0,70     | 4,59               | 21   | –    | 52     | +      | 1      | +        | +      | +      | 4       | +         | 1      | +      | 21    | +              | –      | 95,41   | 60 | 1  | 39    |        |       |         |      |
| Коричневато-бурая песчан. непластичная                                    | 22             | 2    | 0,15    | 1,95 | 1,80     | 5,01               | 40   | +    | 28     | +      | 4      | +        | +      | –      | 2       | +         | 2      | +      | 24    | +              | +      | 94,79   | 70 | 5  | 25    |        |       |         |      |
| Светлокорич глина с темными пятнами непластичная                          | 11             | 5    | 1,39    | 2,92 | 1,53     | 3,44               | 70   | +    | 21     | +      | 1      | +        | +      | –      | +       | +         | +      | 3      | +     | +              | 96,56  | 98      | 1  | 1  |       |        |       |         |      |
| Голубовато-серая глина жирн. включ. пластичная                            | 11             | 6    | 2,92    | 3,55 | 0,63     | 4,14               | 17   | +    | 64     | –      | ½      | ½        | +      | +      | 7       | 2         | 5      | +      | 4     | +              | +      | 95,66   | 60 | 10 | 30    |        |       |         |      |
| Глина коричневая бурая слегка песчанистая непластичная                    | 3              | 4    | 1,34    | 1,99 | 0,65     | 9,60               | 44   | +    | 39     | 1      | 6      | 2        | +      | +      | +       | +         | +      | 9      | +     | –              | 90,40  | 88      | 1  |    |       |        |       |         |      |

Средний минеральный состав глин

| Минералы             | Содержание в %                   |                                 |                          |
|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
|                      | Глина без вивианита (горизонт 1) | Глина с вивианитом (горизонт 2) | Среднее из 8 определений |
| Тяжёлая фракция      |                                  |                                 |                          |
| Рудные минералы      | 38 %                             | 21,5 %                          | 33,9                     |
| Роговые обманки      | +                                | —                               | +                        |
| Эпидот               | 41,6 %                           | 51,5 %                          | 41,1                     |
| Энстатит             | +                                | +                               | +                        |
| Дистен               | 2,75 %                           | 1 %                             | 2,26                     |
| Ставролит            | 0,41                             | +                               | 0,31                     |
| Диопсид              | +                                | +                               | +                        |
| Гиперстен            | +                                | +                               | +                        |
| Апатит               | 2,5%                             | 2,5 %                           | 2,5                      |
| Циркон               | 0,58 %                           | +                               | 0,44                     |
| Турмалин             | 2,33                             | 1,5                             | 2,1                      |
| Рутил                | +                                | +                               | +                        |
| Гранат               | 11,98                            | 21,5                            | 14                       |
| Биотит               | +                                | +                               | +                        |
| Мусковит             | +                                | +                               | +                        |
| Лёгкая фракция       |                                  |                                 |                          |
| Кварц                | 80,33 %                          | 75 %                            | 79,0                     |
| Полевые шпаты        | 3,50 %                           | 1,5 %                           | 3,0                      |
| Разрушенные минералы | 15,33 %                          | 23,5 %                          | 18,0                     |

Отличительной особенностью вивианитовых глин является отсутствие роговой обманки. В одном из образцов нет гиперстена, а в другом – мусковита. Минеральный состав первого горизонта вивианитовых глин в общем примерно тот же. Отличие только в постоянном присутствии роговой обманки, а также иногда в большем содержании ставролита и циркона. Более выпукло эта разница в минерального составе выступает при сопоставлении среднего состава вивианитовых и невивианитовых глин.

Вивианитовые глины характеризуются, по сравнению с вышерасположенными, следующими особенностями:

- 1) Меньшим содержанием рудных минералов, несмотря на выпадение из раствора вместе с вивианитом и лимонита.
- 2) Большим содержанием эпидота.
- 3) Отсутствием роговой обманки.
- 4) Меньшим содержанием дистена, ставролита, циркона, турмалина, а также гиперстена и мусковита.
- 5) Почти вдвое большим содержанием более стойких гранатов.
- 6) В лёгкой фракции несколько меньшим содержанием кварца. Содержание полевых шпатов почти вдвое меньше и в полтора раза, больше содержание разрушенных минералов.

### ИТОГИ И ВЫВОДЫ

Данные механического, химического и минерального анализов пойменных глин на правом берегу р. Вятки показывают, что лежащие ниже вивианитовые глины более дезинтегрированы, обладают большим содержанием разрушенных минералов. Содержание лучше противостоящих химическому и механическому разрушению минералов, наоборот, несколько повышено. Это указывает, что аллювиально-делювиальный материал, откладывающийся в стадии поймы над аллювием стадии русла, подвергается значительному выветриванию после своего отложения.

Факторами выветривания, помимо воздействия кислорода и углекислоты атмосферы, температурных колебаний (Г. А. Максимович, 1940) с зимним замерзанием, а также деятельности растительных организмов, являются поверхностные и особенно подземные воды. При низком стоянии уровня в реке инфильтрирующаяся с поверхности вода вносит вглубь кислород и углекислоту и не только интенсифицирует процесс выветривания, но и уносит в растворе его продукты.

Весьма важна роль грунтовых вод пойменных отложений которые в виде грунтового потока от водораздела к руслу реки несут через пойму большое количество растворённых веществ. Наличие напора, установленного для Дымковского участка поймы, обуславливает не только вынос растворённых веществ с усилением процессов выветривания, но и их принос. Грунтовый поток приносит кремнезём, железо и карбонат кальция, которые при достижении предела растворимости при данных условиях выпадают, давая известковый и кремнезёмный цементы, а также ожелезнение глин лимонитом. Наличие вверх по направлению грунтового потока болота с фосфорной кислотой, полученной при разложении органических.

остатков, обуславливает появление на данном участке в результате взаимодействия с содержащимся в растворе железом землистого вивианита. Последний бесцветен и бел при отсутствии сообщения с атмосферой, но после вскрытия шурфом быстро приобретает характерную для вивианита голубую окраску. В глинах присутствует и встречающийся обычно вместе с вивианитом лимонит. Последний образует примазки, отдельные стяжения, оолиты и цемент.



Широкое развитие сиаллитно-глинистого выветривания, свойственного данной климатической зоне (К. И. Лукашев, 1939), обуславливает некоторое отличие состава пойменных глин, где мы имеем, по сравнению с средним для осадочных пород (А. Е. Ферсман, 5–7) обогащение кислородом, кремнезёмом и алюминием и меньшее содержание железа, кальция, магния, натрия и калия.

Специфическим для данного участка является обогащение фосфором и серой, обусловленное наличием озерно-болотных образований с накоплением органического вещества. Характер процессов выветривания обуславливает зональность состава речных вод (Максимович, 1942).

Кафедра динамической геологии и гидрогеологии

#### ЛИТЕРАТУРА.

1. Лукашев К. И. – Грунты СССР, стр. 318, 1939.
2. Максимович Г. А. – Происхождение аккумулятивного комплекса речных террас. Докл. Ак. Наук, т. 30 № 6, стр. 515, 1941.
3. Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод и их зональность. Докл. АН 37, 5–6, 211, 1942.
4. Пономарёв А. Н. и Г. А. Максимович – О влиянии экспозиции на выветривание гипсов и известняков. Докл. Ак. Наук, т. 28 № 8, стр. 731. 1940
5. Ферсман А. Е. – Геохимия т. I стр. 146, 264, 1934.
6. Ферсман А. Е. – Геохимия т. II стр. 276, 1934.
7. Ферсман А. Е. – Геохимия т. IV стр. 33, 1939.

1948

## К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОЙМЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. ВЯТКИ

Г. А. Максимович и П. П. Никонов

Основные стадии образования аккумулятивного комплекса речных террас были выделены в работе первого из авторов (Г. А. Максимович, 1941 г). В ней было установлено, что отложения стадии поймы представляют аллювиально-делювиальные образования, которые, находясь периодически то в субаквальных, то в субаэральных условиях, подвергаются значительному выветриванию. Эти отложения составляют по Г. А. Максимовичу III горизонт аккумулятивного комплекса речных террас и обозначены как III Qal (el) d.

Настоящая работа представляет результат изучения пойменных отложений на правом берегу р. Вятки в районе Дымковской слободы г. Кирова, проведённого в связи с разведкой керамических глин.

### Краткие геологические данные

Изученная часть поймы р. Вятки, площадью около 8 га, находится на правом берегу реки, в северо-восточной части слободы Дымково. Поверхность рассматриваемого участка слабо расчленена, высоты колеблются от 105 до 106,95 м, при чём наибольшие отметки приходится на западную и восточную части, в то время как центральная понижена. К последней приурочены два небольших озера.

Гидрометрические наблюдения за 28 лет (1910—1937) показывают, что разведанный участок поймы заливался р. Вяткой полностью 22 раза, частично до отметки 106,8 м он заливался 5 раз. При этом вода не заливала только наиболее возвышенные части. В 1937 году, когда наибольший уровень р. Вятки достигал 105,54 м, большая часть исследованной территории оставалась свободной от воды. Общая ширина поймы р. Вятки в рассматриваемом районе составляет 2—3 км.

Проведённые разведочные выработки (22 шурфа глубиной 1,68—3,63 м) вскрыли только верхнюю часть аккумулятивного комплекса. Это следующие генетические горизонты (Г. А. Максимович, 1941):

V. Qp. Под почвенным покровом, состоящим из песчано-глинистого материала с перегнившими корнями травы, мощностью 0,10—

0,20 м, залегают песчано-глинистые образования, разные для различных участков.

III. Qal (el) d. В юго-восточной части участка (шурфы 2, 7, 3, 5 фиг. 1) под почвенным слоем залегают серые и желтовато-серые, мелкозернистые, местами среднезернистые, кварцевые пески мощностью 0,18—0,52 м. Помимо основного минерала кварца в песке имеются полевые шпаты, различные разрушенные (неопределимые под микроскопом) минералы, а также эпидот, гранат, ставролит и циркон.

В северо-восточной части участка (шурфы 11, 14—20) почвенный слой подстилается коричневато-бурой, тёмнокоричневой, реже светлорусой песчанистой глиной. Мощность этих глин не превышает 0,5 м, изменяясь от 0,25 до 0,50 м. Как и песок юго-восточной части участка, песчанистая глина представляет в основном делювиальный материал, принесённый с востока с более высоких отметок.

В шурфе 7 песок залегает на размытой поверхности глин и возможно принесён водным потоком.

Северо-западная часть участка под почвенным покровом сложена коричневато-бурой, местами тёмносерой и почти чёрной пластичной глиной. В юго-восточной части участка она залегает под песком (шурфы 2, 3, 5, 7). Глина эта по большей части жирная, реже слабо песчанистая и содержит значительное количество окислов железа либо в виде бобовой руды (шурф 4), либо в виде ожелезнения (шурфы 1—6, 9—11, 13—21). Лимонит придаёт глине жёлтую или желтоватую окраску. Мощность глин изменяется от 0,44 до 2,78 м.

В шурфах 4, 10, 11, 12, где мощность глин превышает 1,5 м, нижняя часть разреза несколько отлична. При вскрытии шурфами развитая здесь серая глина характеризуется наличием белых пятен вивианита, которые при доступе воздуха при высыхании приобретают голубую окраску и придают глине голубовато-серый цвет. В глине наблюдаются ржавые пятна от железистых включений, а в шурфах 11 и 12 — углистые включения и обуглившаяся древесина. Песка в глине почти нет и она весьма пластична. Вивианит местами имеется и в песке, подстилающем глину (шурф 4).

Изменение мощности глин на территории участка иллюстрирует карта равных мощностей (фиг. 1). На карте показана общая мощность жирных и песчанистых глин без вивианита, которые мы в дальнейшем будем называть горизонтом 1, и глин с вивианитом (горизонт 2). Вивианит приурочен к местам наиболее мощного развития глин.

Верхняя часть глин (горизонт 1), там, где они выходят на поверхность, под влиянием почвенно-элювиальных процессов, постепенно превращается в лёссовидные суглинки.

II. Qal. Глины повсеместно подстилаются серым, светлосерым или желтовато-серым мелкозернистым кварцевым песком. Местами он слабо глинист (шурфы 6, 8, 19). Песок вскрыт почти во всех

выработках. Второй горизонт аккумулятивного комплекса, собственно аллювиальные отложения, только вскрыт. Нижележащего первого горизонта шурфы не достигли.

Механический состав глин

Таблица 1

| №№ п/п. | Место взятия |       | Мощн. в метрах. | Содержание частиц в %/о: Диаметры в м/м. |          |           |           |            |             |        | Примечания                              |
|---------|--------------|-------|-----------------|------------------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-----------------------------------------|
|         | Шурф         | Пласт |                 | 1,0—0,5                                  | 0,5—0,25 | 0,25—0,05 | 0,05—0,01 | 0,01—0,005 | 0,005—0,001 | <0,001 |                                         |
| 1       | 1            | 2     | 0,97            | 1,01                                     | 0,40     | 14,89     | 21,78     | 32,80      | 10,30       | 19,02  | Горизонт 2 глина с вивианитом           |
| 2       | 1            | 3     |                 | 0,57                                     | 0,43     | 16,68     | 24,13     | 19,17      | 18,58       | 20,44  |                                         |
| 3       | 10           | 3     | 2,74            | 1,00                                     | 0,69     | —         | 20,92     | 40,10      | 16,37       | 20,32  |                                         |
| 4       | 10           | 4     |                 | 0,09                                     | 0,05     | 7,20      | 27,62     | 31,96      | 11,07       | 22,04  |                                         |
| 5       | 22           | 2     | 1,80            | 0,11                                     | 0,26     | 25,98     | 27,65     | 21,53      | 10,31       | 14,16  |                                         |
| 6       | 11           | 5     | 2,24            | 0,29                                     | 0,11     | 25,99     | 31,12     | 25,12      | 6,29        | 10,59  |                                         |
| 7       | 11           | 6     |                 | 0,36                                     | 1,04     | 5,79      | 24,30     | 33,37      | 16,39       | 18,75  | Горизонт 2 глина с вивианитом           |
| 8       | 3            | 4     | 1,23            | 0,26                                     | 1,31     | 28,67     | 15,43     | 38,05      | 5,36        | 10,93  |                                         |
| 9       | 2            | 4     | 1,55            | 0,50                                     | 0,48     | 15,92     | 23,50     | 29,30      | 7,92        | 31,03  |                                         |
| 10      | 4            | 3     | 2,78            | 0,61                                     | 0,51     | 15,48     | 25,10     | 18,70      | 18,11       | 20,81  |                                         |
| 11      | 5            | 4     | 1,27            | 0,11                                     | 0,29     | 24,80     | 27,96     | 22,52      | 10,40       | 16,03  |                                         |
| 12      | 6            | 2     | 0,44            | 0,18                                     | 0,42     | 22,60     | 28,79     | 23,01      | 11,09       | 13,09  |                                         |
| 13      | 7            | 3     | 0,54            | 1,00                                     | 0,21     | 21,83     | 19,08     | 38,16      | 8,44        | 11,29  | Глина в кровле горизонта 2 с вивианитом |
| 14      | 8            | 2     | 0,82            | 0,14                                     | 1,11     | 27,74     | 17,51     | 36,90      | 10,38       | 7,16   |                                         |
| 15      | 9            | 3     | 0,80            | 0,33                                     | 0,93     | 23,22     | 32,41     | 31,77      | 16,11       | 17,34  |                                         |
| 16      | 12           | 2     | 1,55            | 0,39                                     | 0,30     | 14,69     | 20,18     | 33,90      | 10,20       | 19,12  |                                         |
| 17      | 12           | 4     |                 | 0,20                                     | 0,15     | 7,32      | 26,51     | 40,12      | 11,09       | 21,77  |                                         |
| 18      | 13           | 4     | 1,90            | 0,16                                     | 0,16     | 8,10      | 28,24     | 32,41      | 10,16       | 23,04  |                                         |
| 19      | 14           | 2     | 0,45            | 2,88                                     | 12,36    | 36,20     | 10,97     | 19,40      | 12,10       | 18,73  |                                         |
| 20      | 15           | 2     | 0,35            | 8,05                                     | 11,97    | 32,00     | —         | 19,13      | 7,72        | 17,98  |                                         |
| 21      | 20           | 2     | 0,40            | 2,20                                     | 8,23     | 34,11     | 14,15     | 18,66      | 14,89       | 17,13  |                                         |
| 22      | 21           | 2     | 2,18            | 0,19                                     | 0,67     | —         | 21,31     | 29,84      | 10,52       | 21,03  |                                         |

Гидрогеологические условия участка известны только для второй половины августа 1937 года. По данным шурфовки, здесь наблюдался грунтовый поток с востока на запад, т. е. по направлению к р. Вятке. При этом в районе выработок в западной и юго-восточ-



ной части участка (шурфы 22, 21, 12, 10, 13, 35), там, где глина имеет мощность более 1 м, вода обладает напором. Подъем воды выше подошвы глин не наблюдался только в шурфе 4, где песок, повидимому, плохо проницаем из-за вивианитового цемента. В шурфе 11 песок не вскрыт.

### Механический состав глин

Глины как первого, так и второго горизонтов были изучены с точки зрения гранулометрического состава. Большинство исследованных проб относится к верхней части глин без вивианита (таблица 1). При этом наблюдается закономерное изменение механического состава как по площади, так и по вертикали.

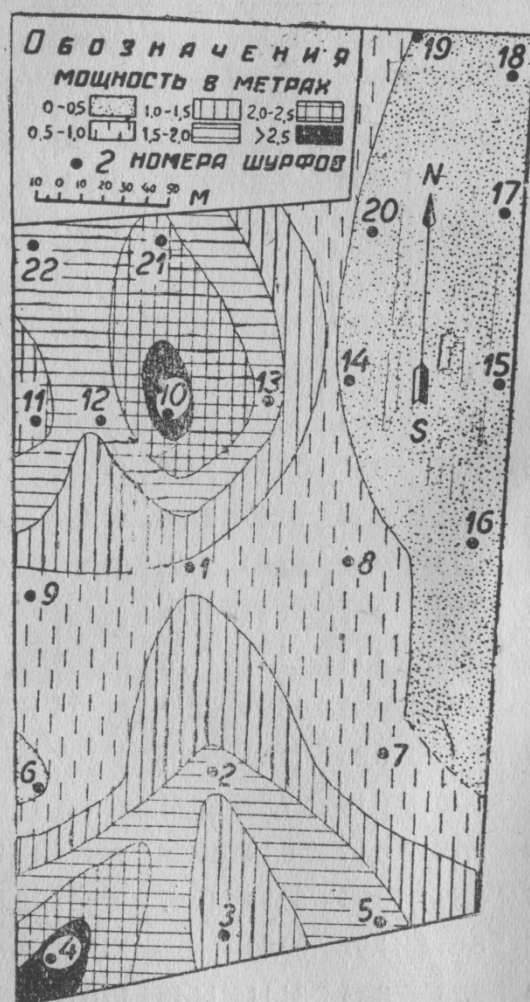


Рис. 1. Карта равных мощностей.

Верхний, не содержащий вивианита горизонт представлен наиболее песчанистой глиной в северо-восточной части участка (шурфы 14, 15, 20), там, где мощности не превышают 0,5 м (фиг. 1.). Наибольшим содержанием частиц  $<0,001$  мм характеризуются те точки, где мощность глин наибольшая (шурфы 21, 10, 12, 13, 2, 4).

Вивианитовые глины охарактеризованы всего двумя механическими анализами (4 и 7, табл. 1). Содержание частиц более 0,25 мм в этих глинах около 1%. Для глинистых частиц имеем преобладание фракции 0,01—0,005 мм и значительное содержание <0,001. Подобным механическим составом характеризуется глина в кровле горизонта вивианита в шурфе 12 (анализ 17), а также в расположенном рядом шурфе 13 (анализ 18).

Таким образом, наблюдается известная зависимость между мощностью глин, не содержащих вивианита, и их механическим составом. Там, где они маломощные, они более песчанисты. На участках развития глин большой мощности они мало песчаны и содержат небольшой процент более тонких частиц.

По вертикали, по данным шурфов 1, 10, 11, 12 (пробы 1—4, 6, 7, 16, 17), наблюдается уменьшение содержания крупных частиц с глубиной. Такое явление для пойменных отложений, образовавшихся за счёт осадения, принесённых при разливах реки частиц, а также смывом с более высоких участков, может быть объяснено дезинтеграцией породы процессами выветривания. Ранее отложившиеся осадки, находясь дольше под влиянием процессов выветривания, более разрушены, более тонки.

### Химический состав глин

Произведённые анализы показали сравнительно малую изменчивость химического состава.

Химический состав глин

Таблица 2

| Порода                                                        | Место<br>взятия |      | Глу-<br>бина |      | Мощность | Влага | Потеря при<br>прокалив. | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | SO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Щёлочи |
|---------------------------------------------------------------|-----------------|------|--------------|------|----------|-------|-------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-------------------------------|--------|
|                                                               | шурф            | Слой | от           | до   |          |       |                         |                  |                                |                                |      |      |                 |                               |        |
| Светло-коричневая плотная, в сухом состоянии растрескивается. | 1               | 2    | 0,22         | 0,64 | 0,42     | 0,43  | 5,93                    | 63,09            | 19,72                          | 3,71                           | 1,37 | 2,34 | 2,22            | 0,47                          | —      |
| Темнокоричневая, ожелезненная, пластичная                     | 1               | 3    | 0,64         | 1,21 | 0,57     | 5,14  | 5,65                    | 62,83            | 15,16                          | 8,65                           | 2,06 | 2,05 | 1,23            | 0,56                          | —      |

Анализы выполнены лабораторией стройматериалов Кировского Горсовета.

| Порода                                                                                           | Место<br>взятия |      | Глубина |      | Мощность | Влага | Потеря при<br>прокалив. | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | SO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Щелочи |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|---------|------|----------|-------|-------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-------------------------------|--------|
|                                                                                                  | шурф            | Слой | от      | до   |          |       |                         |                  |                                |                                |      |      |                 |                               |        |
| Темносе-<br>рая, пла-<br>стичная,<br>с вивиан-<br>итом (с<br>желези-<br>стым<br>включе-<br>нием) | 10              | 4    | 1,09    | 2,89 | 1,80     | 1,56  | 6,70                    | 62,89            | 16,61                          | 6,58                           | 1,28 | 1,68 | 1,02            | 1,23                          |        |
| Светло-<br>коричне-<br>вая, пла-<br>стичная                                                      | 11              | 5    | 1,39    | 2,92 | 1,53     | 5,08  | 3,51                    | 70,84            | 16,57                          | 2,67                           | 0,48 | 2,03 | 1,74            | 0,62                          |        |
| Анализ,<br>произве-<br>дѣнный<br>ранее для<br>фабрики<br>гипсовых<br>изделий                     |                 |      |         |      |          |       |                         | 67,03            | 18,77                          | 4,65                           | 0,68 | 1,96 | —               | —                             | 2,60   |

Глина с вивианитом, естественно, имеет повышенное содержа-  
ние P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Для глин, содержащих лимонит (пробы 2 и 3), анализы  
показали больший процент железа.

### Минеральный состав глин

В пойменных глинах имеются две группы минералов. Макро-  
скопически и частично микроскопически определены вторичные или  
эпигенетические минералы. Это выпавшие из раствора вивианит и  
лимонит, а также кальцит и халцедон, которые составляют имею-  
щийся местами цемент.

Основная часть глин представляет кластический материал. Для  
изучения была взята фракция с диаметром частиц от 0,05 до  
0,01 мм, как обладающая наиболее разнообразным минеральным  
составом. Результаты микроскопического изучения приведены в  
таблице 3.

Лёгкая фракция составляет в глинах с вивианитом 95,41 и 97,93  
или в среднем 96,67%, а тяжёлая 2,07 и 4,59 или в среднем 3,33%.  
В лёгкой фракции преобладает кварц. Второе место занимают мик-  
роскопически неопределимые разрушенные минералы и очень неве-  
лика роль полевых шпатов.

В тяжёлом концентрате преобладает эпидот. Второе место за-  
нимают гранаты и рудные минералы. Менее 10% составляют апа-  
тит, турмалин и дистен, а единичными зёрнами представлены эн-



Таблица 3

| Порода                                                                   |    | Минеральный состав глин |      |          |      |                 |    |            |               |        |          | Минеральный состав |        |         |            |        |        |         |       |        |        | Лёгкая фракция |       |       |              |              |
|--------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------|------|----------|------|-----------------|----|------------|---------------|--------|----------|--------------------|--------|---------|------------|--------|--------|---------|-------|--------|--------|----------------|-------|-------|--------------|--------------|
|                                                                          |    | Глубина                 |      | Мощность |      | Тяжёлая фракция |    |            |               |        |          |                    |        |         |            |        |        |         |       |        |        |                |       |       |              |              |
|                                                                          |    | шурф                    | слои |          |      | от              | до | Рудн. м-лы | Рогов. обман. | Эпидот | Энстатит | Дистен             | Ставр. | Дипонид | Липер-стен | Апатит | Циркон | Турмал. | Рутил | Гранат | Биотит | Мушков.        | % %   | Кварц | Полев. шпаты | Разруш. мин. |
|                                                                          |    |                         |      |          |      |                 |    |            |               |        |          |                    |        |         |            |        |        |         |       |        |        |                |       |       |              |              |
| Глина светло-коричн. плотн. растрескивается в сухом состоянии непластич. | 1  | 2                       | 0,22 | 0,64     | 0,42 | 5,11            | 30 | +          | 50            | +      | 2        | +                  | +      | +       | +          | 2      | 1      | 3       | —     | 11     | +      | +              | 94,83 | 80    | 4            | 16           |
|                                                                          | 1  | 3                       | 0,64 | 1,21     | 0,57 | 3,20            | 7  | +          | 43            | +      | 3        | +                  | +      | —       | 4          | 1      | 4      | +       | 13    | +      | +      | 96,70          | 86    | +     | 4            |              |
|                                                                          | 10 | 4                       | 1,09 | 2,89     | 1,80 | 2,07            | 23 | —          | 51            | +      | 1        | +                  | +      | —       | 1          | +      | 2      | +       | 22    | +      | +      | 97,93          | 90    | 2     | 8            |              |
|                                                                          | 10 | 3                       | 0,39 | 1,09     | 0,70 | 4,59            | 21 | —          | 52            | +      | 1        | +                  | +      | +       | 4          | +      | 1      | +       | 21    | +      | +      | 95,41          | 60    | 1     | 39           |              |
| Коричневато-бурая песчан. непластичная                                   | 22 | 2                       | 0,15 | 1,95     | 1,80 | 5,01            | 40 | +          | 28            | +      | 4        | +                  | +      | —       | 2          | +      | 2      | +       | 24    | +      | +      | 94,79          | 70    | 5     | 25           |              |
|                                                                          | 11 | 5                       | 1,39 | 2,92     | 1,53 | 3,44            | 70 | +          | 21            | +      | 1        | +                  | +      | —       | +          | —      | +      | +       | 3     | +      | +      | 96,56          | 98    | 1     | 1            |              |
| Голубовато-серая глина на жирн. включ. пластич                           | 11 | 6                       | 2,92 | 3,55     | 0,63 | 4,14            | 17 | +          | 64            | —      | 1        | +                  | +      | +       | 7          | 2      | 5      | +       | 4     | +      | +      | 95,66          | 60    | 10    | 30           |              |
|                                                                          | 3  | 4                       | 1,34 | 1,99     | 0,65 | 9,60            | 44 | +          | 39            | +      | 6        | 2                  | +      | +       | +          | +      | +      | +       | 9     | +      | —      | 90,40          | 88    | 1     |              |              |



статит, диопсид, ставролит, гиперстен, циркон, рутил, биотит и мусковит.

Таблица 4

Средний минеральный состав глин

| Минералы                       | Содержание в ‰                   |                                 |                          |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
|                                | Глина без вивианита (горизонт 1) | Глина с вивианитом (горизонт 2) | Среднее из 8 определений |
| Тяжёлая фракция                |                                  |                                 |                          |
| Рудные минералы . . . . .      | 39 %                             | 21,5 %                          | 30,9                     |
| Роговые обманки . . . . .      | +                                | —                               | +                        |
| Эпидот . . . . .               | 41,6 %                           | 51,5 %                          | 41,1                     |
| Энстатит . . . . .             | +                                | +                               | +                        |
| Дистен . . . . .               | 2,75 %                           | 1 %                             | 2,26                     |
| Ставролит . . . . .            | 0,41                             | +                               | 0,31                     |
| Диопсид . . . . .              | +                                | +                               | +                        |
| Гиперстен . . . . .            | +                                | +(—)                            | +                        |
| Апатит . . . . .               | 2,5 %                            | 2,5 %                           | 2,5                      |
| Циркон . . . . .               | 0,58 %                           | +                               | 0,44                     |
| Турмалин . . . . .             | 2,33                             | 1,5                             | 2,1                      |
| Рутил . . . . .                | +                                | +                               | +                        |
| Гранат . . . . .               | 11,98                            | 21,5                            | 14                       |
| Биотит . . . . .               | +                                | +                               | +                        |
| Мусковит . . . . .             | +                                | +(—)                            | +                        |
| Лёгкая фракция                 |                                  |                                 |                          |
| Кварц . . . . .                | 80,33 %                          | 75 %                            | 79,0                     |
| Полевые шпаты . . . . .        | 3,50 %                           | 1,5 %                           | 3,0                      |
| Разрушенные минералы . . . . . | 15,33 %                          | 23,5 %                          | 18,0                     |

Отличительной особенностью вивианитовых глин является отсутствие роговой обманки. В одном из образцов нет гиперстена, а в другом — мусковита. Минеральный состав первого горизонта

вивианитовых глин в общем примерно тот же. Отличие только в постоянном присутствии роговой обманки, а также иногда в большем содержании ставролита и циркона. Более выпукло эта разница в минеральном составе выступает при сопоставлении среднего состава вивианитовых и невивианитовых глин.

Вивианитовые глины характеризуются, по сравнению с выше-расположенными, следующими особенностями:

1) Меньшим содержанием рудных минералов, несмотря на выпадение из раствора вместе с вивианитом и лимонита.

2) Большим содержанием эпидота.

3) Отсутствием роговой обманки.

4) Меньшим содержанием дистена, ставролита, циркона, турмалина, а также гиперстена и мусковита.

5) Почти вдвое большим содержанием более стойких гранатов.

6) В лёгкой фракции несколько меньшим содержанием кварца. Содержание полевых шпатов почти вдвое меньше и в полтора раза больше содержание разрушенных минералов.

## ИТОГИ И ВЫВОДЫ

Данные механического, химического и минерального анализов пойменных глин на правом берегу р. Вятки показывают, что лежащие ниже вивианитовые глины более дезинтегрированы, обладают большим содержанием разрушенных минералов. Содержание лучше противостоящих химическому и механическому разрушению минералов, наоборот, несколько повышено. Это указывает, что аллювиально-делювиальный материал, откладывающийся в стадии поймы над аллювием стадии русла, подвергается значительному выветриванию после своего отложения.

Факторами выветривания, помимо воздействия кислорода и углекислоты атмосферы, температурных колебаний (Г. А. Максимович, 1940) с зимним замерзанием, а также деятельности растительных организмов, являются поверхностные и особенно подземные воды. При низком стоянии уровня в реке инфильтрирующаяся с поверхности вода вносит вглубь кислород и углекислоту и не только интенсифицирует процесс выветривания, но и уносит в растворе его продукты.

Весьма важна роль грунтовых вод пойменных отложений, которые в виде грунтового потока от водораздела к руслу реки несут через пойму большое количество растворённых веществ. Наличие напора, установленного для Дымковского участка поймы, обуславливает не только вынос растворённых веществ с усилением процессов выветривания, но и их принос. Грунтовый поток приносит кремнезём, железо и карбонат кальция, которые при достижении предела растворимости при данных условиях выпадают, давая известковый и кремнезёмный цементы, а также ожелезнение глин лимонитом. Наличие вверх по направлению грунтового потока болота с фосфорной кислотой, полученной при разложении органических

остатков, обуславливает появление на данном участке в результате взаимодействия с содержащимся в растворе железом землистого вивианита. Последний бесцветен и бел при отсутствии сообщения с атмосферой, но после вскрытия шурфом быстро приобретает характерную для вивианита голубую окраску. В глинах присутствует и встречающийся обычно вместе с вивианитом лимонит. Последний образует примазки, отдельные стяжения, оолиты и цемент.

Широкое развитие сиаллитно-глинистого выветривания, свойственного данной климатической зоне (К. И. Лукашев, 1939), обуславливает некоторое отличие состава пойменных глин, где мы имеем, по сравнению с средним для осадочных пород (А. Е. Ферсман, 5—7) обогащение кислородом, кремнезёмом и алюминием и меньшее содержание железа, кальция, магния, натрия и калия.

Специфическим для данного участка является обогащение фосфором и серой, обусловленное наличием озерно-болотных образований с накоплением органического вещества. Характер процессов выветривания обуславливает зональность состава речных вод (Максимович, 1942).

Кафедра динамической геологии и гидрогеологии

#### ЛИТЕРАТУРА.

1. Лукашев К. И. — Грунты СССР, стр. 318, 1939.
2. Максимович Г. А. — Происхождение аккумулятивного комплекса речных террас. Докл. Ак. Наук, т. 30 № 6, стр. 515, 1941.
3. Максимович Г. А. Гидрохимические фации речных вод и их зональность. Докл. АН 37, 5—6, 211, 1942.
4. Пономарёв А. Н. и Г. А. Максимович — О влиянии экспозиции на выветривание гипсов и известняков. Докл. Ак. Наук, т. 28 № 8, стр. 731, 1940.
5. Ферсман А. Е. — Геохимия т. I стр. 146, 264, 1934.
6. Ферсман А. Е. — Геохимия т. II стр. 276, 1934.
7. Ферсман А. Е. — Геохимия т. IV стр. 33, 1939.