

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. Г. Манвелян и С. А. Асатрян

К вопросу об обогащении окисью алюминия  
 нефелино-сиенитовой породы

Нефелиновые сиениты являются редкими магматическими породами. В количественном отношении они составляют 1% всех интрузивов в мире. В Армянской ССР обнаружены два больших тела этих пород: в Ахтинском и Мегринском районах. По данным Багдасаряна Г. П. [1], тежсарский щелочной интрузив состоит из щелочных нефелиновых и псевдолейцитовых сиенитов, гидротермальных измененных пород и жильных образований, причем основная масса интрузива состоит из нефелиносиенитовых и псевдолейцитовых пород. С минералогической точки зрения они содержат, в основном, калий-натриевые полевые шпаты и плагиоклаз—до 70%, нефелин—в пределах 0—20%, черные минералы (роговая обманка, пироксен, биотит, меланит и др.)—до 10%. В породе, по данным Багдасаряна, наряду с вышеуказанными минералами в малых количествах встречаются также акцессорные минералы—сфен, флюорит, апатит, рудный минерал, циркон, цеолиты и др. Так как порода состоит, в основном, из полевых шпатов, нефелина и черных минералов, то химический состав нефелино-сиенитовой породы обуславливается содержанием этих минералов.

Химический состав тежсарской нефелино-сиенитовой породы\* в %.

Таблица 1

| SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MnO  | MgO  | Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O | ппп  |
|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------|------|------|------------------------------------|------|
| 55,86            | 22,85                          | 0,69             | 2,95                           | 2,68 | 0,12 | 0,09 | 11,89                              | 14,5 |

Как видно из таблицы, доминирующим окислом в породе является окись кремния, рентабельное отделение которой от окиси алюминия в глиноземной промышленности является весьма важным вопросом.

Нами было обнаружено, что при нагревании породы (образцов весом 0,5 кг каждый) выше 300°C, вследствие различного объемно-

\* Порода получена из Геологического Института Академии Наук Арм. ССР.

го расширения упомянутых выше кристаллов в породе происходит растрескивание образцов и при быстром охлаждении между отдельными кристаллами образуются щели различной величины. При погружении в воду горячих образцов по образующимся щелям происходит бурное выделение паров воды и после извлечения образцов из воды на воздухе они быстро становятся сухими и сравнительно легко подвергаются дроблению.

Для выяснения распределения окиси алюминия по фракциям при просеивании были произведены две серии опытов породы различной измельченности. Из 60 кг породы, измельченной в шаровой мельнице, взята средняя проба в 7 кг, химический состав которой приведен в таблице 1. Из средней пробы 1425 гр было просеяно сквозь сита, имеющие 81 и 144 отв./см<sup>2</sup>. Результаты просеивания и химический состав полученных фракций приведены в таблице 2.

Таблица 2

| № фракции | Число отв. на см <sup>2</sup> | Количество фракций |       | Химический состав фракций в % |           |         |           | Распределение $Al_2O_3$ по фракциям в % | Примечание                                             |
|-----------|-------------------------------|--------------------|-------|-------------------------------|-----------|---------|-----------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|           |                               | в гр               | в %   | $SiO_2$                       | $Al_2O_3$ | $TiO_2$ | $Fe_2O_3$ |                                         |                                                        |
| 1         | Остаток на 81                 | 507,0              | 35,58 | 53,06                         | 3,06      | 0,55    | 2,71      | 36,28                                   | Образец I — взято 1425 гр крупно размельченной породы. |
| 2         | Остаток на 144                | 285,0              | 20,00 | 53,92                         | 22,47     | 0,62    | 2,51      | 19,81                                   |                                                        |
| 3         | После 144                     | 633,0              | 44,42 | 55,40                         | 22,36     | 0,65    | 3,09      | —                                       |                                                        |
| 4         | Остаток 900                   | 409,0              | 28,70 | 53,46                         | 22,40     | 0,68    | 2,54      | 28,44                                   |                                                        |
| 5         | После 900                     | 224,0              | 15,72 | 56,35                         | 22,30     | 0,67    | 3,08      | 15,47                                   |                                                        |

Полученные данные показывают, что в 1 фракция окись алюминия увеличивается на 0,7%, а окись кремния уменьшается на 2% по сравнению с их содержанием в исходном образце, причем эта фракция составляет всего 35,58% от последнего.

Во фракциях 2 и 3 содержание окиси алюминия на 0,6—0,7% меньше по сравнению с фракцией 1, а окись кремния в указанных фракциях на 1% больше, чем в первой фракции. Эти данные показывают, что при ситовом отделении химическое содержание полученных фракций в пределах проведенных опытов почти одинаково.

Для наглядности третья фракция с помощью сита в 900 отв./см<sup>2</sup> была разделена на две фракции, химический состав которых (табл. 2) также показывает, что ситовое отделение нефелиносигитовой породы приведенного состава не дает результатов, имеющих техническое значение.

200 гр из средней пробы добавочно было измельчено и просеяно через сита: 81 и 144 отв./см<sup>2</sup>. Третья фракция, прошедшая сквозь сито 144 отв./см<sup>2</sup>, была просеяна через сито в 900 отв./см<sup>2</sup> и получены еще две фракции. Характеристика полученных фракций приведена в таблице 3.

Таблица 3

| № фракции | Число отв. на см <sup>2</sup> | Количество фракций |       | Химический состав фракций в % |           |           |           | Распределение $Al_2O_3$ по фракциям в % | Примечание:                                       |
|-----------|-------------------------------|--------------------|-------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|
|           |                               | в гр               | в %   | $SiO_2$                       | $Al_2O_3$ | $Ti_2O_3$ | $Fe_2O_3$ |                                         |                                                   |
| 1         | Остаток на 81                 | 7,8                | 3,90  | 47,96                         | 26,70     | 0,54      | 2,72      | 4,61                                    | Образец 11—взято 200 гр мелкоизмельченной породы. |
| 2         | Остаток на 144                | 27,0               | 13,50 | 57,77                         | 23,85     | 0,65      | 2,31      | 14,27                                   |                                                   |
| 3         | После 144                     | 165,2              | 82,60 | 56,18                         | 22,20     | 0,67      | 2,60      | —                                       |                                                   |
| 4         | Остаток на 900                | 75,0               | 37,5  | 56,46                         | 22,15     | 0,68      | 2,65      | 36,18                                   |                                                   |
| 5         | После 900                     | 90,0               | 45,10 | 56,60                         | 22,2      | 0,71      | 3,07      | 44,31                                   |                                                   |

Химический состав первой фракции с технической точки зрения приемлем, однако количество этой фракции очень мало (3,9%), вследствие чего не представляет никакого практического интереса.

Если суммировать фракции 1, 2 и 4 (табл. 2 и 3), не учитывая фракцию „после 900“, тогда в первом случае (табл. 2) выход окиси алюминия составляет 84% от породы и получаемый при этом „концентрат“ содержит 22,68%  $Al_2O_3$  и 54,14%  $SiO_2$ .

Во втором случае (табл. 3) выход окиси алюминия составляет 55,55% (от породы), а „концентрат“—23,2%  $Al_2O_3$  и 53,70%  $SiO_2$ .

Полученные данные мало отличаются друг от друга; поэтому нет основания полагать, что путем ситового фракционирования можно получить глиноземистый концентрат, более пригодный для переработки на окись алюминия, чем исходная порода.

Манвеляном, М. Г., Канканяном, А. Г. и Галфаяном Г. Т. [2] в 1941 г. было показано, что нефелиносиенитовые породы как Тежсарского, так и Мегринского месторождений содержат в пределах 2—4% магнитом притягиваемые кристаллы, магнитная фракция которых, как видно из приведенной табл. 4, не содержит окиси алюминия и, находясь в породе, соответственно уменьшает процентное содержание  $Al_2O_3$ , чем и увеличится расход породы на тонну глинозема. Исходя из этого, удаление указанных минералов из породы до переработки породы на глинозем методом спекания с известняком [2] является весьма важным моментом. Наряду с магнитной фракцией, нефелиносиенитовая порода содержит также различной

величины черные минералы, не притягиваемые магнитом (немагнитная фракция), составляющие от 1—5% породы. Проведенные нами опыты показали, что после удаления из породы этих двух составных частей содержание окиси алюминия в породе увеличивается на 1,0%.

Результаты удаления магнитной и немагнитной фракций из породы и их химический состав в % приведены в табл. 4.

Таблица 4

| Название фракции                            | Содержание фракций в породе в % | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO   | CaO   | MgO   |
|---------------------------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|
| Порода после магнитной сепарации            | 97                              | 55,54            | 0,199            | 23,20                          | 0,87                           | Следы | 3,079 | 0,15  |
|                                             |                                 | 55,64            | 0,195            | 23,15                          | 0,79                           | »     | —     | 0,14  |
|                                             |                                 | 55,29            | —                | 23,70                          | 0,50                           | »     | 2,58  | —     |
| Порода, очищенная от всяких черных частей   | 94,5                            | 56,69            | Нет              | 23,50                          | Нет                            | Нет   | 1,65  | Нет   |
|                                             |                                 | 56,50            | »                | 23,65                          | Следы                          | »     | 2,22  | »     |
|                                             |                                 | 56,80            | »                | 23,32                          | Нет                            | »     | 1,39  | 0,05  |
| Притянутые магнитом частицы                 | 3                               | 14,46            | —                | Следы                          | 80,79                          | 1,95  | 4,48  | Следы |
|                                             |                                 | 12,96            | 4,0              | »                              | —                              | 2,08  | —     | »     |
|                                             |                                 | 12,92            | —                | »                              | 81,39                          | —     | 3,65  | —     |
| Дважды очищенная магнитом магнитная фракция |                                 | 9,85             | 3,17             | Нет                            | 84,06                          | 1,93  | 1,72  | 0,1   |
| Черные частицы, не притягиваемые магнитом   | 2,5                             | 40,69            | 3,61             | 12,35                          | 20,88                          | 1,19  | 11,57 | 7,7   |
|                                             |                                 | 40,01            | 3,54             | 13,41                          | 20,20                          | 1,20  | 11,52 | —     |

Немагнитная фракция была выделена из грубоизмельченной породы ручным способом, а магнитная фракция—из тонко измельченной породы электромагнитом. Как видно из таблицы 4, при отделении магнитной фракции (3 %) окись алюминия в образце увеличивается на 0,9% (по сравнению с табл. 1), содержание же окиси железа, титана и марганца резко уменьшается, а после удаления немагнитной фракции порода полностью очищается от окислов железа, титана и марганца, а содержание окиси алюминия достигает 23,62%.

Очищенный вышеуказанным способом от всяких черных частиц образец породы состоит из окислов кремния, алюминия и щелочей. Как магнитную, так и немагнитную фракции нельзя считать отбросами: они могут служить ценными исходными материалами для получения новых продуктов.

Вообще содержание магнитных и немагнитных фракций в породе различно и, как нами было замечено, в отдельных случаях немагнитная фракция почти совершенно отсутствует; в других случаях присутствует в значительном количестве, в виде отдельных удлиненных кристаллов. Магнитная же фракция, в основном, в породе

встречается в виде отдельных точек. В тех случаях, когда количество немагнитных кристаллов преобладает по сравнению с магнитными, то после удаления последних в породе остается значительное количество окиси железа (см. табл. 5).

Химический состав трех разновидностей нефелино-сиенитовой породы после удаления магнитной фракции в %.

Таблица 5

| SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO   | CaO  | MgO  |
|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|------|
| 56,09            | 0,25             | 23,51                          | 2,39                           | Следы | 2,85 | 0,1  |
| 55,18            | 0,30             | 23,82                          | 2,62                           | 0,08  | 2,08 | 0,09 |
| 55,85            | —                | 23,22                          | 2,13                           | 0,07  | 2,50 | 0,07 |

### Выводы

1. Установлено, что из нефелино-сиенитовой породы Тежсарского месторождения Ахтинского района Армянской ССР при помощи ситового фракционного разделения можно получить более или менее богатые глиноземом фракции, но количества их настолько малы, что не представляют практического интереса. Это объясняется, повидимому, тем, что указанные породы содержат, в основном, почти тождественные по содержанию окиси алюминия минералы.

2. Нефелино-сиенитовые породы тежсарского интрузива содержат два вида черных минералов — притягиваемых магнитом и непритягиваемых — количество которых в различных разновидностях породы различно и удаление которых из породы весьма важно, так как они являются балластом при технологическом процессе получения окиси алюминия методом спекания с известняком. Однако, удаление указанных составных частей особенно не увеличивает содержание окиси алюминия и, кроме того, происходит одновременное увеличение окиси кремния.

Притягивающиеся и непритягивающиеся магнитом черные составные части породы не могут быть отбросами производства: они могут служить исходными материалами для получения новых продуктов.

3. Процессу переработки нефелино-сиенитовых пород на глинозем методом спекания с известняком, в основном, мешает окись кремния, удаление которой механическими способами невозможно, так как она в породе находится в связанном состоянии. При механических способах обогащения глиноземом нефелиновых сиенитов Армянской ССР примерно 70% породы, содержащей до 18% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, и примерно 10% окиси щелочей, будет отбрасываться.

Химический Институт  
Академии Наук Армянской ССР

Поступило 15 VI 1948.



# ЛИТЕРАТУРА

1. Գ. Ս. Բաղդասարյան—Тежсарский щелочной интрузив. Рукопись. 1944.
2. Մ. Գ. Մանվելյան, Ա. Գ. Կանկանյան, Գ. Գ. Գալֆայան—О возможности получения окиси алюминия из местных сырьевых материалов Арм. ССР. Рукопись. 1942.
3. А. Е. Ферсман—Геохимия т. IV, Москва, 1939.
4. Б. С. Швецов—Введение в химию кремния, Москва, 1936.
5. Н. М. Федоровский—Отделение минералов, Изд. третье, Москва, 1934.

Մ. Գ. Մանվելյան և Ս. Ա. Ասատրյան

## ՆԵՖԵԼԻՆԱՅԻՆ ՍԻԵՆԻՏՆԵՐՆ ԱԼՅՈՒՄԻՆԻՈՒՄԻ ՕՔՍԻԴՈՎ ՀԱՐՍԱՑՆԵԼՈՒ ՀԱՐՑԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հայաստանի նեֆելինային սիենիտ ապարը կարող է ծառայել որպես ալյումինիումի օքսիդի ստացման հումք։ Սակայն նրա մշակումը միայն ալյումինիումի օքսիդ ստանալու նպատակով տնտեսական տեսակետից անիմաստ է, իսկ նրա մշակումը կոմպլեքս մեթոդով—ալյումինիումի օքսիդի հետ միաժամանակ նաև այլ պիտանի նյութեր ստանալու համար—կարող է ունենալ արտադրական նշանակություն։ Այս տեսակետից 1941—43 թթ. ՀՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի գիտական աշխատակիցներ Մ. Գ. Մանվելյանի, Ա. Գ. Գանջանյանի և Գ. Տ. Գալֆայանի մոտեցումը—այդ հումքերի մշակումը տանել ալյումինիումի օքսիդի, սոդայի, պոտաշի և ցեմենտի ստացման մեթոդով—միանգամայն ճիշտ է եղել։

Այս նույն տեսանկյունով մոտեցման նեֆելինային սիենիտներին Ամերիկայի Միացյալ Նահանգներում և այդ ապարի բազայի վրա 1943 թ. դործարկեցին ալյումինիումի օքսիդի ու ցեմենտի արտադրություն։

Հայաստանի Ախտայի, Ինչպես նաև Մեղրու շրջանների նեֆելինային սիենիտներից մեխանիկական հարստացման մեթոդներով ալյումինիումի օքսիդով հարուստ նմուշներ ստանալու փորձերն անարդյունք կանցնեն, որովհետև ստացված կոնցենտրատի քանակը խիստ չնչին է լինում և տնտեսական տեսակետից անընդունելի։ Այդպիսի պայմաններում ապարի մոտ 70%-ը, որի մեջ ալյումինիումի օքսիդի պարունակությունը հասնում է մոտ 18%-ի, իսկ  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ —մոտ 10%-ի, անօգտադրժեելի է դառնում։