

Н. М. К а р а в а е в и И. Б. Р а п о п о р т

# **САПРОПЕЛИТЫ с р. БАРЗАС КУЗНЕЦКОГО БАССЕЙНА**

---

**ИЗД-ВО ВСЕСОЮЗНОГО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА  
ИМЕНИ ПРОФ. В. И. ГРИНЕВЕЦКОГО и К. В. КИРШ  
МОСКВА — 1930**

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК  
из № 3 (56)  
Известий Теплотехнического Института

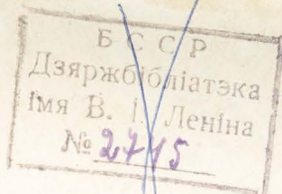
✽

Мособлит № 9262. Тираж 1.000 экз.

8 тип. «Мосполиграф»

Ул. Фридриха-Энгельса

д. 46.







## Сапропелиты с р. Барзас, Кузнецкого бассейна.

В трудах, посвященных обследованию Кузнецкого бассейна, можно встретить указания (относящиеся к временам, когда впервые геологи приступили к более или менее детальному обследованию бассейна реки Томи), что на бичевниках Томи и ее притоках попадаются куски углей с очень высоким содержанием летучих веществ и большим выходом смолы при сухой перегонке при низких температурах. Эти сведения, к сожалению, до последнего времени носили отрывочный характер, только для образцов взятых в 1926 г. по р. Барзасу появляются анализы, указывающие безусловно на особенный их характер, совершенно отличный от прочих углей Кузнецкого бассейна. Необыкновенные свойства этих углей естественно привлекали себе внимание как геологов так и химиков, но до поября прошлого года не удавалось обнаружить коренного месторождения этих углей и, поэтому, нельзя было приступить к их детальному исследованию. В ноябре месяце 1929 г. были обнаружены геологами Кумпаном и Орестовым по реке Барзасу три месторождения этих углей, исследование которых было произведено в лабораториях Теплотехнического Института и Московского Химико-Технологического Института им. Менделеева.

Образцы и пластовые пробы углей, поступившие на исследование, по наружному виду сильно отличаются от углей Кузнецкого бассейна и между собой. По внешнему виду их можно разделить на две группы:

1) ископаемое темно-желтого цвета, очень плотное, со слоистыми складками, трудно поддающееся

измельчению, раскалывающееся на куски неправильной, самой разнообразной формы (№ 1, 2, 4 и 6)

2) ископаемое темно-серого цвета, слоистого строения, при высыхании слоистость выявляется еще резче, легко расслаивающееся на отдельные пластинки, измельчающиеся в чешуйчатую массу. При рассматривании перпендикулярно простиранию слоев можно наблюдать тонкие блестящие черные пролойки (№ 5 и 7).

Разница по внешнему виду, как это будет видно дальше, сопровождается разницей и в их химических свойствах, в составе продуктов сухой перегонки при низких температурах.

Кроме этих двух групп, нами был получен чрезвычайно интересный экземпляр, остаток древесного ствола с сохранившейся корой и ясным строением древесины, который в анализах проходит под именем Барзас-корень.

Говорить о возрасте обнаруженных ископаемых с уверенностью еще нельзя, предположительно их можно отнести к Девону. Это обстоятельство, вероятно, сыграло роль в позднем их обнаружении, ибо их искали в более высоких горизонтах.

По своим свойствам, составу, строению и растительным остаткам эти ископаемые должны быть отнесены к сапропелитам или богхедам. Описание их и исследование было произведено Залесским<sup>1)</sup>, где интересующиеся могут найти указания.

Произведенные анализы позволяют охарактеризовать исследованные сапропелиты следующим образом (таблица 1).

<sup>1)</sup> Изв. Сапропелевого комитета 1928 г. стр. 153.

Т а б л и ц а 1.

| № п/п | Обозначение или место отборки проб                               | W<br>% | A <sup>c</sup><br>% | S <sub>св</sub><br>% | C <sup>i</sup><br>% | H <sup>i</sup><br>% | O <sup>i</sup><br>% | N <sup>i</sup><br>% | L <sup>i</sup><br>% | Q <sub>6</sub><br>кал | Q <sub>6</sub><br>кал | Q <sub>6</sub><br>кал | Q <sub>6</sub><br>кал | Характер кокса                 | C<br>H | H на 100C |
|-------|------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|--------|-----------|
| 1     | Правый берег реки Барзас в 52 км по прямой от ее устья . . . . . | 1,20   | 20,23               | 1,01*                | 79,61               | 9,48                | 9,42                | 0,28                | 86,17               | 7 267                 | 9 100                 | 9 070                 | 8 558                 | Частично-спек. сплавл. порошк. | 8,40   | 11,9      |
| 2     | Барзас 2 куса . . . . .                                          | 3,26   | 29,77               | 0,70                 | 76,04               | 8,93                | 13,67               | 0,35                | 77,13               | 5 845                 | 8 322                 | 8 299                 | 7 817                 | сл. слипш.                     | 8,52   | 11,75     |
| 3     | Барзас 1 кусок . . . . .                                         | 2,13   | 25,26               | 0,71                 | 77,81               | 9,17                | 11,62               | 0,44                | 77,43               | 6 347                 | 8 555                 | 8 535                 | 8 040                 | " "                            | 8,49   | 11,79     |
| 4     | Барзас корень . . . . .                                          | 2,14   | 34,34               | 0,64                 | 76,80               | 8,77                | 13,00               | 0,45                | 73,17               | 5 495                 | 8 369                 | 8 347                 | 7 873                 | " "                            | 8,66   | 11,42     |
| 5     | Барзас 1 месторождение                                           | 2,94   | 16,05               | 0,87                 | 78,46               | 7,34                | 12,53               | 0,64                | 60,53               | 6 866                 | 8 179                 | 8 157                 | 7 761                 | " "                            | 9,35   | 9,35      |
| 6     | Барзас 2 месторождение                                           | 1,55   | 24,97               | 0,65                 | 77,70               | 9,07                | 11,93               | 0,43                | 79,07               | 5 417                 | 8 553                 | 8 534                 | 8 044                 | " "                            | 8,56   | 11,68     |
| 7     | Барзас 3 месторождение                                           | 3,51   | 27,03               | 0,85                 | 76,87               | 7,77                | 13,48               | 0,72                | 67,41               | 5 951                 | 8 155                 | 8 130                 | 7 710                 | порошкообразн                  | 9,90   | 10,10     |

\*) Содержание S<sub>св</sub> — 0,05%; S<sub>ср</sub> — 0,63%.

Влажность углей гигроскопическая очень невелика, колеблется в пределах 1,2%—3,5%, что указывает на их малую влагоемкость.

Содержание золы довольно высокое, чего следовало ожидать и по их наружному виду, ибо на-глаз легко отличимы прослойки глинистых пород. Содержание золы на сухое вещество колеблется в пределах 16%—29,8%. Такое высокое содержание золы несколько обесценивает их, но не исключается возможность их обогащения, если бы это оказалось нужным.

Содержание серы—не высокое и его можно считать нормальным для углей Кузнецкого бассейна именно на сухое вещество оно колеблется в пределах 0,6%—1%. Для одного из образцов были определены разновидности серы и получились результаты: серы сульфатной 0,05%, серы органической—0,63% и пиритной по разности 0,33%.

Летучие вещества. Содержание летучих веществ очень высокое, на горючую массу колеблется в пределах 60,5%—80,6%, что следует приписать высокому содержанию водорода.

Элементарный состав. В отношении элементарного состава эти угли сильно отличаются от обычных каменных углей, но соответствуют богхедам или сапропелитам. Считая на горючую массу, содержание углерода колеблется в пределах 76,0—79,6% и водорода—7,3%—9,6%, обращает внимание необычно низкое содержание азота, которое на горючую массу выражается цифрами 0,28%—0,72%.

Теплотворная способность, к к и следовало ожидать по их элементарному составу, довольно высокая, на горючую массу она колеблется в пределах 8150—9100 кал/кг.

Рассматривая результаты технического анализа сапропелитов, уже становится ясным, что мы имеем дело с продуктом совершенно отличным от каменного угля. Особенно интересно отметить низкое содержание азота, которое не совсем обычно даже для сапропелитов, доходящее до 0,28% на безводный и беззольный уголь. Если посмотреть на анализы углей Кузнецкого бассейна, то картина получает-

ся совершенно обратная—в них содержание азота, в сравнении с каменными углями других месторождений, очень высокое. Ближайшее изучение углей Кузнецкого бассейна и сапропелитов может дать богатый материал к познанию ископаемого угля вообще.

В отношении классификации этих углей, конечно, к ним не приложима ни одна из существующих для каменных углей.

Штреме разделяет сапропелиты следующим образом:

Таблица 2.

Сапропелелевые породы

|                      | C%      | H%     | H на 100 C |
|----------------------|---------|--------|------------|
| Плейстоцен . . . . . | 50—57   | 6—7    | 12         |
| Кайнозой . . . . .   | 65      | 8,5—9  | 13         |
| Мезозой . . . . .    | 69,5—76 | 8,5—12 | 14         |
| Палеозой . . . . .   | 75—83   | 7,5—10 | 11         |

Данные по сапропелитам Сибири вполне согласуются с результатами, полученными Штреме для последней группы, именно палеозоя.

#### Сухая перегонка в алюминиевой реторте Фишера.

(Совместно с В. И. Абрамовой).

Сухая перегонка производилась из малой реторты на 20 г и большой на 200 г по методу описанному А. П. Шахно и И. Б. Рапопорт<sup>1)</sup>.

Аналитические данные, сведенные в табл. 3 дают представление о количественных выходах получаемых продуктов.

Полукокс. Твердый остаток, получающийся после сухой перегонки сапропелитов в алюминиевой реторте Фишера, по своим свойствам и составу значительно отличается от такового для каменных углей. Особенно сильно отличие сказывается в содержании летучих веществ, обычно оно не

1) Изв. Теплотехн. Института № 9 (32) 1927 г.

Таблица 3.

Выход продуктов полукоксования в алюминиевой реторте Фишера.

| №№ по порядку | Обозначение или место отбора<br>проб                                | Выход полукокса % | Выход смолы и под-<br>смольной воды % | Газ и потеря % | Выход смолы % | Выход подсмольной<br>воды % | Выход пирогенетиче-<br>ской воды % | Выход газа в см³ на<br>1 г угля при 0°/60 мм | Выход смолы на го-<br>рючую массу угля % | Выход пирогенетиче-<br>ской воды на горючую<br>массу угля % | Реакция подсмольной<br>воды % | Характер полукокса |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------|---------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| 1             | Правый берег реки Барзас в 52 км по<br>прямой от ее устья . . . . . | 38,27             | 50,90                                 | 10,83          | 45,45         | 5,45                        | 4,25                               | 78,5                                         | 57,67                                    | 5,39                                                        | Кисл.                         | —                  |
| 2             | Барзас 2 куса . . . . .                                             | 51,50             | 38,01                                 | 10,49          | 31,01         | 7,00                        | 3,74                               | —                                            | 45,64                                    | 5,51                                                        | —                             | —                  |
| 3             | 1 кусок . . . . .                                                   | 48,28             | 42,60                                 | 9,12           | 36,49         | 6,11                        | 3,98                               | 81,3                                         | 50,25                                    | 5,48                                                        | —                             | —                  |
| 4             | корень . . . . .                                                    | 57,24             | 34,93                                 | 7,83           | 28,54         | 6,39                        | 4,83                               | 100,0                                        | 44,46                                    | 7,52                                                        | —                             | —                  |
| 5             | 1 месторождение . . . . .                                           | 54,62             | 33,81                                 | 10,57          | 25,55         | 8,26                        | 5,32                               | 168                                          | 31,36                                    | 6,52                                                        | —                             | —                  |
| 6             | 2 " . . . . .                                                       | 49,20             | 40,66                                 | 10,14          | 35,25         | 5,41                        | 3,86                               | 145                                          | 47,72                                    | 5,23                                                        | —                             | —                  |
| 7             | 3 " . . . . .                                                       | 56,00             | 33,90                                 | 10,10          | 25,30         | 8,60                        | 5,09                               | —                                            | 35,93                                    | 7,23                                                        | —                             | —                  |



превышает 13—13,5%, для сапропелитов мы имеем не ниже 15% и доходит до 24%. Если посмотреть на характер полукокса и сапропелита, то здесь как-будто тоже имеется некоторая зависимость: низкое содержание летучих веществ в твердом остатке свойственно сапропелитам слоистого строения, высокое характерно для плотных сапропелитов. Внешне полукоксы также сильно отличаются. В то время как плотный сапропелит дает полукоксы блестящий, светло-серый, сильно вспученный, — настолько плотно пристающий к стенкам реторты,

что его удается удалить из нее только помощью ножа, полукоксы слоистых сапропелитов только слегка слипшийся, черный. Такое различие в свойствах полукокса является чрезвычайно интересным, так как оно сопровождается целым рядом отличий и в других свойствах. Различие в спекаемости может быть при детальном исследовании дано нити в руки исследователей к выяснению причины спекаемости углей. Состав полукокса, получающегося из различных сапропелитов, приведен в табл. 4.

Состав полукокса.

Таблица 4.

| № п.п. | Обозначения или место отбора<br>проб | W <sup>a</sup><br>% | A <sup>c</sup><br>% | S <sup>c</sup><br>% | O + N <sup>c</sup><br>% | C <sup>c</sup><br>% | H <sup>c</sup><br>% | L <sup>c</sup><br>% | Q <sub>g</sub> <sup>c</sup><br>кал | Q <sub>o</sub> <sup>c</sup><br>кал | Q <sub>a</sub> <sup>c</sup><br>кал | Q <sub>n</sub> <sup>c</sup><br>кал | Характер<br>кокса |
|--------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| 1      | Барзас 2 куска . . . . .             | 0,83                | 54,84               | 0,84                | 4,30                    | 84,84               | 3,77                | 23,84               | 3 476                              | 7 696                              | 7 656                              | 7 452                              | Порошкообраз.     |
| 2      | " 1 кусок . . . . .                  | 1,19                | 49,88               | 0,88                | 4,34                    | 85,88               | 3,72                | 19,91               | 3 865                              | 7 711                              | 7 672                              | 7 471                              | "                 |
| 3      | Корень Барзаса . . . . .             | 1,38                | 57,65               | 0,73                | 3,68                    | 85,90               | 3,69                | 22,50               | 3 269                              | 7 719                              | 7 680                              | 7 481                              | "                 |
| 4      | Барзас 1 месторождение . . . . .     | 1,85                | 28,08               | 1,03                | 3,60                    | 89,96               | 3,60                | 15,07               | 5 946                              | 8 268                              | 8 236                              | 8 042                              | "                 |
| 5      | " 2 " . . . . .                      | 1,11                | 49,19               | 1,13                | 3,87                    | 86,45               | 3,70                | 22,53               | 3 943                              | 7 759                              | 7 709                              | 7 509                              | "                 |
| 6      | " 3 " . . . . .                      | 1,70                | 45,27               | 1,18                | 2,36                    | 89,78               | 3,75                | 16,83               | 4 479                              | 8 184                              | 8 136                              | 7 933                              | "                 |

Свойство полукокса прилипать к стенкам реторты при промышленном полукоксировании чрезвычайно неприятно и нежелательно, по сколько в нашем распоряжении имелись сапропелиты с различными свойствами, была произведена перегонка смеси из сапропелитов 2-го и 3-го месторождений в отношении 2:1,8, при этом полукоксы получились слипшийся и не пристающий к стенкам реторты, что значительно облегчает выбор типа реторты для промышленного производства. Выхода продуктов получившиеся при этом опыте были следующие:

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Смолы . . . . .        | 30,3% |
| воды . . . . .         | 8,0%  |
| полукокса . . . . .    | 52,1% |
| газ и потеря . . . . . | 9,6%  |

Если подойти к характеристике полукокса с точки зрения дальнейшего его использования, то, повидимому, его можно расценивать только как низкосортное местное топливо для целей обслуживания предприятий при получении пара и для ото-

пления реторт, в которых будет перегоняться уголь.

Смола, получающаяся при сухой перегонке сапропелитов, резко отличается как по свойствам, так и по составу от первичной смолы каменных углей. По внешнему виду она представляет более или менее подвижную, легко отделяющуюся от воды, окрашенную в красный цвет жидкость. Отмеченная выше разница в сапропелитах и здесь дает себя чувствовать. Смола из плотного сапропелита (2-го месторождения) получается жидкая, легко подвижная жидкость; из слоистого (3-е месторождение) — она содержит отдельные включения в виде сгустков, гораздо менее подвижна, чем смола из плотного сапропелита. При стоянии на воздухе как та, так и другая сравнительно быстро темнеют, переходя в очень темный коричневый цвет.

Отделение смолы от воды уже при обыкновенной комнатной температуре происходит практически нацело.

Удельный вес и элементарный состав приведены в табл. 5.

Таблица 5.

| № п.п. | Смола полученная              | Удельн. вес<br>D <sub>4</sub> <sup>19</sup> | C<br>% | H<br>% | O + N<br>% | S<br>% | Q <sub>g</sub><br>кал | Q <sub>n</sub><br>кал |
|--------|-------------------------------|---------------------------------------------|--------|--------|------------|--------|-----------------------|-----------------------|
| 1      | Из Барзаса 2 куска . . . . .  | D — 0,8974                                  | 86,01  | 11,61  | 2,05       | 0,33   | 10 354                | 9 711                 |
| 2      | " " 2 месторождение . . . . . | D — 0,9008                                  | —      | —      | —          | —      | —                     | —                     |
| 3      | " " 3 " . . . . .             | D — 0,8910                                  | 84,85  | 11,60  | 3,58       | 0,47   | 10 236                | 9 641                 |

Эти результаты показывают, что первичная смола из сапропелитов в отношении как удельного веса, так и элементарного состава отличается от первичной смолы каменных углей. Удельный вес около 0,9, в то время как для каменных углей он около 1, что служит одной из причин легкой от-

деляемости ее от воды. По элементарному составу она скорее ближе к нефти, чем к смоле каменных углей.

#### Исследование смолы

(Совместно с В. А. Холлер).

Для определения основных свойств и состава

смолы и веществ из нее полученных были подвергнуты сухой перегонке из алюминиевой реторты Фишера на 200 и следующие сапропелиты: Барзас 1 кусок, Барзас 2 кусок, Барзас 2-ое месторождение и Барзас 3-е месторождение. Свежеполученная сырая смола имела красно-коричневую окраску, легко отделялась от воды и при исследовании дала следующие результаты (табл. 6):

Таблица 6.  
В весовых %

| № п/п. | Смола из                          | Содержан.<br>фенолов | Содержан.<br>кислот | Содержан.<br>оснований | Содержан.<br>нейтральн. | Потеря | Уд. в.<br>нейтраль-<br>ных: |
|--------|-----------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------|
| 1      | Барзаса 2 ку-<br>ска . . . . .    | 3,84                 | 3,00                | 1,20                   | 87,90                   | 1,19   | $D_4^{17} - 0,8437$         |
| 2      | Барзаса 2 ме-<br>сторожд. . . . . | 3,51                 | 2,95                | 0,56                   | 89,64                   | 3,34   | $D_4^{18} - 0,8917$         |
| 3      | Барзаса 3 ме-<br>сторожд. . . . . | 2,35                 | 2,35                | 0,61                   | 93,50                   | 1,19   | $D_4^{18} - 0,8972$         |

Эти результаты определенно говорят нам, что она совсем не похожа на смолу каменных углей. Очень низкое содержание фенолов, высокое содержание нейтральных и довольно высокое содержание карбоновых кислот указывают на то, что для образования сапропелитов сырьем служили вещества совершенно отличные от таковых же для каменных углей. Перегонка смолы из стандартной колбы Энглера, согласно существующего метода дала результаты, приведенные в табл. 7.

Оценивая смолу с точки зрения нефтяных продуктов, получаем следующее:

бензина до 200° . . . . . 16,7%—25,4 %  
керосина 200—275° . . . . . 18 %—22 %  
остаток мазут . . . . . 56 %—64 %

Следовательно смола сапропелитов как источник легкого и тяжелого топлива представляет безусловный интерес, особенно принимая во внимание отсутствие нефтяных месторождений в Сибири.

Полученная смола была разогнана на отдельные фракции: бензин до 175°, легкий керосин 175°—

Таблица 7.

Разгонка по Энглеру в объемных %

| Смола из Барзаса 2 куска     |       |                              |       | Смола из Барзаса 2-го месторожд. |       |                              |       | Смола из Барзаса 3-го месторождения |       |                              |       |
|------------------------------|-------|------------------------------|-------|----------------------------------|-------|------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| Взято 100 см³                |       |                              |       | Взято 100 см³                    |       |                              |       | Взято 100 см³                       |       |                              |       |
| Фракция № 1 до 75° . . . . . | 1,6%  | Фракция № 1 до 75° . . . . . | 1,2%  | Фракция № 1 до 75° . . . . .     | 1,1%  | Фракция № 2 " 100° . . . . . | 3,2%  | Фракция № 2 " 100° . . . . .        | 5,1%  | Фракция № 3 " 125° . . . . . | 8,4%  |
| " " 2 " 100° . . . . .       | 3,2%  | " " 2 " 100° . . . . .       | 3,2%  | " " 2 " 100° . . . . .           | 3,2%  | " " 3 " 125° . . . . .       | 3,9%  | " " 3 " 125° . . . . .              | 5,1%  | " " 4 " 150° . . . . .       | 14,0% |
| " " 3 " 125° . . . . .       | 5,4%  | " " 3 " 125° . . . . .       | 3,9%  | " " 3 " 125° . . . . .           | 3,9%  | " " 4 " 150° . . . . .       | 6,5%  | " " 4 " 150° . . . . .              | 14,0% | " " 5 " 175° . . . . .       | 19,2% |
| " " 4 " 150° . . . . .       | 9,8%  | " " 4 " 150° . . . . .       | 6,5%  | " " 4 " 150° . . . . .           | 6,5%  | " " 5 " 175° . . . . .       | 11,7% | " " 5 " 175° . . . . .              | 19,2% | " " 6 " 200° . . . . .       | 25,4% |
| " " 5 " 175° . . . . .       | 15,2% | " " 5 " 175° . . . . .       | 11,7% | " " 5 " 175° . . . . .           | 11,7% | " " 6 " 200° . . . . .       | 16,7% | " " 6 " 200° . . . . .              | 25,4% | " " 7 " 225° . . . . .       | 30,6% |
| " " 6 " 200° . . . . .       | 20,5% | " " 6 " 200° . . . . .       | 16,7% | " " 6 " 200° . . . . .           | 16,7% | " " 7 " 225° . . . . .       | 21,5% | " " 7 " 225° . . . . .              | 30,6% | " " 8 " 250° . . . . .       | 36,6% |
| " " 7 " 225° . . . . .       | 25,7% | " " 7 " 225° . . . . .       | 21,5% | " " 7 " 225° . . . . .           | 21,5% | " " 8 " 250° . . . . .       | 30,3% | " " 8 " 250° . . . . .              | 36,6% | " " 9 " 275° . . . . .       | 43,6% |
| " " 8 " 250° . . . . .       | 30,7% | " " 8 " 250° . . . . .       | 30,3% | " " 8 " 250° . . . . .           | 30,3% | " " 9 " 275° . . . . .       | 35,9% | " " 9 " 275° . . . . .              | 43,6% | Остаток . . . . .            | 56,4% |
| " " 9 " 275° . . . . .       | 42,0% | " " 9 " 275° . . . . .       | 35,9% | " " 9 " 275° . . . . .           | 35,9% | Остаток . . . . .            | 64,1% | Остаток . . . . .                   | 56,4% |                              |       |
| Остаток . . . . .            | 58,0% | Остаток . . . . .            | 64,1% | Остаток . . . . .                | 64,1% |                              |       |                                     |       |                              |       |

230°, тяжелый керосин 230°—280°, масла 280°—350°, при этом были получены результаты, представленные на табл. 8.

Таблица 8.

В % от смолы.

| № п/п. | Смола из                  | Фракция<br>до 175° | Фракция<br>до 230° | Фракция<br>до 280° | Фракция<br>до 350° | Остаток | Потеря |
|--------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|--------|
| 1      | Барзаса 1 кусок . . . . . | 10,12              | 8,18               | 19,96              | 20,80              | 35,95   | 4,99   |
| 2      | " 2 куска . . . . .       | 11,25              | 11,40              | 10,05              | 26,20              | 39,40   | 1,70   |
| 3      | " 2 месторожд. . . . .    | 9,82               | 10,56              | 11,03              | 38,25              | 29,60   | 0,74   |
| 4      | " 3 " . . . . .           | 13,13              | 10,49              | 12,47              | 43,95              | 17,15   | 2,81   |

Фракция до 175°—бесцветная с приятным запахом,

фракция от 175°—230°—слегка окрашена в желтоватый цвет,

фракция от 230°—280°—окрашена в желто-зеленый цвет.

фракция от 280°—350°—темно желто-зеленого цвета.

Остаток для первых трех жидкостей черного цвета, с очень малой вязкостью; для последнего—густая, тягучая жидкость черного цвета по внешнему виду напоминает парафинистый мазут. Все фракции, кроме фракции 280—350° смолы 3-го месторождения легко—подвижные не вязкие масла. При стоянии на свету легкие фракции до 230° принимают желтую окраску, все остальные окрашиваются в темный цвет.

При пересчете выходов продуктов на исходный уголь получаются следующие цифры (табл. 9).

Таблица 9.

Выход фракций в % от сапропелита.

| № п/п. | Смола из                    | Фракция<br>до 175° | Фракция<br>до 230° | Фракция<br>до 280° | Фракция<br>до 350° | Остаток |
|--------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|
| 1      | Барзаса 1 кусок . . . . .   | 3,69               | 2,98               | 7,29               | 7,60               | 13,12   |
| 2      | " 2 куска . . . . .         | 3,49               | 3,54               | 3,12               | 8,13               | 12,45   |
| 3      | " 2 месторождение . . . . . | 3,46               | 3,72               | 3,88               | 13,50              | 10,44   |
| 4      | " 3 " . . . . .             | 3,32               | 2,65               | 3,16               | 11,12              | 4,34    |



## Исследование бензина.

Свеже-перегнанные бензины—прозрачные бесцветные жидкости и характеризуются данными, приведенными в табл. 10:

Таблица 10.

| № п/п | Бензин из                   | Удельный вес при 40° | Иодное число |
|-------|-----------------------------|----------------------|--------------|
| 1     | Барзаса 2 куса . . . . .    | $D_4^{19} - 0,7608$  | 142,3        |
| 2     | " 2 месторождение . . . . . | $D_4^{19} - 0,7756$  | 139,8        |
| 3     | " 3 " . . . . .             | $D_4^{19} - 0,7729$  | 136,7        |

(Данные в весовых процентах).

При стоянии бензин меняет свой цвет, становится темно-желтым. Высокое иодное число указывает на высокий процент непредельных соединений. При обработке бензина, полученного из барзас 2 куса, серной кислотой уд. вес 1,84, на холоду, потеря составляла 21,65%. Промытый щелочью, водой и подсушенный бензин перегонялся до 150° в количестве 80,6%; при долгом стоянии на свету окраска не менялась, бензин оставался все время бесцветным.

Разгонка бензина с дефлегматором Глинского приведена в табл. 11.

В полученных фракциях измерены удельные веса и определены иодные числа. Результаты определений сведены в табл. 12.

Таблица 11.

| Барзас 2 куса:              |       |  | Барзас 2-е месторождение:   |       |  | Барзас 3-е месторождение:   |       |  |
|-----------------------------|-------|--|-----------------------------|-------|--|-----------------------------|-------|--|
| Фракция № 1 до 70 . . . . . | 2,01  |  | Фракция № 1 до 70 . . . . . | 5,32  |  | Фракция № 1 до 70 . . . . . | 1,83  |  |
| " " 2 " 90 . . . . .        | 7,20  |  | " " 2 " 90 . . . . .        | 14,00 |  | " " 2 " 90 . . . . .        | 8,59  |  |
| " " 3 " 110 . . . . .       | 24,85 |  | " " 3 " 110 . . . . .       | 28,04 |  | " " 3 " 110 . . . . .       | 27,03 |  |
| " " 4 " 130 . . . . .       | 49,80 |  | " " 4 " 130 . . . . .       | 49,44 |  | " " 4 " 130 . . . . .       | 46,60 |  |
| " " 5 " 150 . . . . .       | 72,45 |  | " " 5 " 150 . . . . .       | 70,59 |  | " " 5 " 150 . . . . .       | 62,42 |  |
| " " 6 " 170 . . . . .       | 88,52 |  | " " 6 " 170 . . . . .       | 92,00 |  | " " 6 " 170 . . . . .       | 89,92 |  |
| Остаток . . . . .           | 5,56  |  | Остаток и потеря . . . . .  | 8,00  |  | Остаток и потеря . . . . .  | 10,08 |  |
| Потеря . . . . .            | 5,92  |  |                             |       |  |                             |       |  |
| Начало кипения 500°         |       |  | Начало кипения 550°         |       |  | Начало кипения 520°         |       |  |

Таблица 12.

| Бензин из Барзаса 2-е месторождение |                     |  | Иодные числа | Бензин из Барзаса 3-е месторождение |                       |  |
|-------------------------------------|---------------------|--|--------------|-------------------------------------|-----------------------|--|
| Фракция 90—110 . . . . .            | $D_4^{18} - 0,7356$ |  | 140,3        | Фракция 90—110 . . . . .            | $D_4^{21,5} - 0,7347$ |  |
| " 110—130 . . . . .                 | $D_4^{18} - 0,7533$ |  | 159,5        | " 110—130 . . . . .                 | $D_4^{21,5} - 0,7551$ |  |
| " 130—150 . . . . .                 | $D_4^{18} - 0,7725$ |  | 152,0        | " 130—150 . . . . .                 | $D_4^{21,5} - 0,7746$ |  |
| " 150—170 . . . . .                 | $D_4^{18} - 0,7909$ |  | 141,0        | " 150—170 . . . . .                 | $D_4^{21,5} - 0,8030$ |  |

Высокие иодные числа, а также о носительно высокие удельные веса, говорят за большое содержание непредельных соединений и присутствие ароматических углеводородов. Поэтому, бензины были подвергнуты исследованию в этом направлении.

Непредельные соединения. Тауш<sup>1)</sup> рекомендует для определения непредельных соединений длительное кипячение с уксусно-ртутной солью. Наметкин<sup>2)</sup> предложил применять реакцию Прилежаева с гидроперекисью б нзоила.

Энглер<sup>3)</sup> рекомендует для удаления непредельных соединений применять 80% серную кислоту.

Riesenfeld и Bandt<sup>4)</sup> применяют 92%  $H_2SO_4$  для непредельных соединений из легкого бензина и 94%  $H_2SO_4$  для тяжелого.

Kattwinckel<sup>5)</sup> применяет смесь, состоящую из серной и борной кислоты.

Lorand<sup>6)</sup> для этих же целей употребляет однохлористую серу.

Смирнов<sup>7)</sup> применил для непредельных соединений обработку окислами азота, реакции, разработанные Демьяновым и Ипатьевым.

Bandt<sup>8)</sup> проверил методы Riesenfeld'a, Bandt, и Kattwinckel'я, из его исследований вытекает, что более точным методом является метод Riesenfeld'a и Bandt'a.

Для определения непредельных соединений мы обрабатывали сначала 1 об.  $H_2O + 2$  об.  $H_2SO_4$ , потом 1 об.  $H_2O + 3$  об.  $H_2SO_4$  и, наконец,  $H_2SO_4$  уд. вес 1,84 на холоду. Параллельно было проведено определение непредельных соединений обработкой 92%  $H_2SO_4$  при 0° (Американский метод).

Ароматические соединения. Для определения ароматических соединений производится обработка при встряхивании 20 см<sup>3</sup> фракции с 70 см<sup>3</sup>  $H_2SO_4$ , а затем с 20 см<sup>3</sup>  $H_2SO_4$  98%.

1) Тауш. Holde Kohlenwasserstoffe, стр. 114. 1924.

2) Наметкин Н. Х. 7 стр. 58. 1926.

3) Энглер. Eng. Chem. 18. 1926. 354.

4) Riesenfeld и Bandt. Br. Chem. 22. 1927.

5) Kattwinckel. Br. Ch. 217. 1928.

6) Lorand. Ind. Eng. Chem. 6. 733. 1927.

7) Смирнов Н. Х. № 217. 1928.

8) Bandt. Er. и Teer. № 7, 8. 1289.

Саханов нашел, что ароматические углеводороды легко могут быть удаляемы встряхиванием с 3% объема 97—99  $H_2SO_4$  в течении  $\frac{1}{2}$  ч. Кроме приведенных данных следует упомянуть об обработке жидкой  $SO_2$  при  $-50^\circ C$ .

Из последних работ следует отметить работы Тиличеева и Думской<sup>9)</sup> где приведены и разработаны методы количественного определения ароматических углеводородов в бензинах, а также работу Добрянского и Хесина<sup>10)</sup> о нитробензольном

методе определения ароматических углеводородов.

Определение ароматических углеводородов в полученных нами бензинах производилось сначала обработкой  $H_2SO_4$  уд. вес 1,84 при комнатной температуре, а затем  $H_2SO_4$  с добавкой олеума. Параллельно проведены опыты с обработкой 100%  $H_2SO_4$  ( $3\frac{1}{2}$  объемами). После чистки кислотой бензины промывались  $NaOH$  и водой и сушились, затем перегонялись.

Полученные результаты приведены в табл. 13а и 13б.

Т а б л и ц а 13а.

| Бензин из:                          | Содержание непредельных соединений | Содержание ароматических соединений | Удельный вес до удаления     | Удельный вес после удаления |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|                                     |                                    |                                     | непредельн и аромат. соедин. |                             |
| Барзаса 2-е месторождение . . . . . | 21,50%                             | 9,30%                               | $D_4^{15} - 0,7656$          | —                           |
| Барзаса 3-е месторождение . . . . . | 24,30%                             | 15,90%                              | $D_4^{15} - 0,7729$          | $D_4^{15} - 0,7679$         |

Т а б л и ц а 13б.

|                              |        |        |   |   |
|------------------------------|--------|--------|---|---|
| Барзаса 3 месторожд. . . . . | 21,75% | 14,50% | — | — |
|------------------------------|--------|--------|---|---|

Т а б л и ц а 14а.

| № по пор. | Керосины из:               | Удельный вес        | Иодное число | Содержание кислот и фенолов | Содержание оснований | Содержание нейтральных |
|-----------|----------------------------|---------------------|--------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|
| 1         | Барзаса 2 куска            |                     |              |                             |                      |                        |
|           | Фракция 175—210° . . . . . | $D_4^{19} - 0,8244$ | 112,9        | 13%                         | Следы                | 87,0%                  |
|           | „ 210—230° . . . . .       | $D_4^{19} - 0,8635$ |              |                             |                      |                        |
| 2         | Барзаса 2-е месторождение  |                     |              |                             |                      |                        |
|           | Фракция 175—210° . . . . . | $D_4^{15} - 0,8170$ | 121,4        | —                           | —                    | —                      |
|           | „ 210—230° . . . . .       | $D_4^{15} - 0,8350$ | 107,2        | —                           | —                    | —                      |
| 3         | Барзаса 3-е месторождение  |                     |              |                             |                      |                        |
|           | Фракция 175—230° . . . . . | $D_4^{15} - 0,8364$ | 113,3        | 14,11%<br>из них 3,05кисл.  | Следы                | 85,89%                 |

Разгонка керосина с дефлегматором Глинского:

|                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| Фракция 170—190° — 41,00 | $D_4^{24} - 0,8228$ |
| „ 190—210° — 29,90       | $D_4^{24} - 0,8354$ |
| „ 210—230° — 15,27       |                     |
| Остаток . . . . .        | 13,00               |
| Потеря . . . . .         | 0,87                |

Т а б л и ц а 14б.

| Керосин                            | C %   | H %   | O+N % | S %  | $Q_d^*$ кал | $Q_n^*$ кал |
|------------------------------------|-------|-------|-------|------|-------------|-------------|
| Барзас 2-е месторождение . . . . . | 84,12 | 12,71 | 3,03  | 0,14 | 10 559      | 9 862       |
| Барзас 3-е месторождение . . . . . | 83,62 | 12,28 | 3,28  | 0,28 | 10 428      | 9 750       |



**Фракция 175—230. Керосины.**

Свеже перегнанный керосин—прозрачная жидкость, слегка окрашенная в слабо-желтоватый цвет; при стоянии на свету темнеет и принимает темно-желтую окраску. Полученные керосины обладали следующими свойствами (табл. 14а, 14б).

Полученный керосин из Барзаса 3-е месторождения был разогнан с дефлегматором Глинского. Результаты разгонки показывают, что главная масса перегоняется в пределах 170°—190°.

Определение непредельных и ароматических соединений были произведены теми же методами; результаты приведены в табл. 15.

Фракция 230—280. Тяжелый керосин.

Фракции тяжелого керосина при стоянии сильно

Таблица 15.

| Керосин из:                     | Содержание непредельн. соединений в % | Содержание ароматич. соединений в % | Уд. ельн. вес до удаления непред. и аром. | Удельн. вес после удаления непред. и аром. |
|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Барзаса 2-го месторожд. . . . . | 31,10                                 | 18,05                               | $D_4^{15} - 0,8234$                       | $D_4^{15} - 0,7700$                        |
| Барзаса 3-го месторожд. . . . . | 29,30                                 | 22,85                               | $D_4^{15} - 0,8365$                       | $D_4^{15} - 0,7705$                        |

меняют окраску, переходя из желто-зеленого в темно-желтый цвет. Результаты исследования приведены в табл. 16.

Таблица 16.

| Тяжелый керосин из:         | Удельный<br>вес     | Иодное<br>число | Содержан.<br>фенолов | Содержан.<br>кислот | Содержан.<br>основан. | Содержан.<br>нейтральн.<br>веществ | Удельный<br>вес ней-<br>тральн.<br>веществ | Потеря |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|--------|
| Барзаса 1 кусок . . . . .   | $D_4^{17} - 0,8835$ | —               | 9,19                 | 0,85                | 89,80                 | $D_4^{16,5} - 0,8597$              | 0,16                                       |        |
| „ 2 куска . . . . .         | $D_4^{18} - 0,8718$ | —               | 11,35                | 0,17                | 84,22                 |                                    | 3,22                                       |        |
| „ 2 месторождение . . . . . | $D_4^{15} - 0,8636$ | 100,0           | 4,18                 | 3,88                | следы                 | 90,06                              | 1,88                                       |        |
| „ 3 месторождение . . . . . | $D_4^{22} - 0,8650$ | —               | 6,54                 | 0,62                | 83,70                 | $D_4^{18} - 0,8534$                |                                            |        |

Как видно из таблицы, содержание кислых веществ разделилось пополам между кислотами и фенолами, об основаниях можно говорить как о следах. Выделенные неочищенные кислоты имеют черный цвет и почти без запаха.

Фракция 280—350°.

При начальной гонке фракция получается светлая,

при стоянии сильно темнеет. Эта фракция для сапропелитов, кроме сапропелита 3-го месторождения, жидкая, легкоподвижная жидкость, для сапропелита 3-го месторождения эта фракция представляет полужидкую массу; при стоянии заметно некоторое, весьма небольшое отделение парафина. Фракции были исследованы на содержание кислых и основных веществ. Результаты исследования приведены в табл. 17.

Таблица 17.

| Фракция из 280—360°         | Удельный<br>вес       | Иодное<br>число % | Содержан.<br>фенолов % | Содержан.<br>кислот % | Содержан,<br>основан. % | Содержан.<br>нейтральн.<br>веществ % | Удельный<br>вес ней-<br>тральн.<br>веществ % | Потеря % |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|----------|
| Барзас 1 кусок . . . . .    | $D_4^{19} - 0,9179$   | —                 | 8,10                   |                       | 2,43                    | 87,30                                | —                                            | 0,17     |
| „ 2 куска . . . . .         | —                     |                   | 4,58                   |                       | 0,56                    | 93,90                                | $D_4^{17} - 0,9135$                          | 0,96     |
| „ 2 месторождение . . . . . | $D_4^{15,5} - 0,9079$ | 67,20             | 2,16                   | 1,15                  | 0,85                    | 95,73                                | $D_4^{19} - 0,8982$                          | 0,11     |
| „ 3 месторождение . . . . . | $D_4^{22,5} - 0,8967$ | —                 | 4,47                   | 2,91                  | 0,62                    | 86,85                                | $D_4^{18} - 0,8910$                          |          |

Представлялось интересным определить содержание парафина. Парафин определялся вымораживанием из спирто-эфирной смеси при —20С°. Результаты приведены в табл. 18.

Значительно выделяется по содержанию парафина фракция, полученная из 3-го месторождения. Точно такая же картина получается и для остатка выше 350°. Эти данные еще раз подтверждают различие между месторождениями.

Остаток выше 350°.

Для первых трех образцов остаток получается

Таблица 18.

| Фракция 280—350°            | Содержание парафин в % | Содержание парафин в пересч. на смолу | Примечание                |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Барзас 1 кус. . . . .       | 2,30                   | 0,48                                  | Парафин белого цвета,     |
| „ 2 „ . . . . .             | 1,88                   | 0,49                                  | легко промывается спирто- |
| „ 2 месторождение . . . . . | 1,42                   | 0,54                                  | эфирн. смесью             |
| „ 3 месторождение . . . . . | 4,24                   | 1,66                                  |                           |

в виде жидкой массы, которая легко переливается, остаток 3-го месторождения получается в виде полугустой массы, напоминающей по внешнему виду парафинистый мазут.

Для определения парафина остаток перегонялся до кокса и в погоне тем же методом определялось содержание парафина, табл. 19. Наибольшее содер-

Таблица 19.

| Остаток выше 350° из:       | Содержание парафина в % | Со- держание пар. сч. на смолу в % | Общ. содер- ж. парафина в смоле в % |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Барзас 1 кусок . . . . .    | 1,84                    | 0,66                               | 1,14                                |
| " 2 " . . . . .             | 1,66                    | 0,68                               | 1,17                                |
| " 2 месторождение . . . . . | 1,61                    | 0,48                               | 1,02                                |
| " 3 месторождение . . . . . | 6,40                    | 0,65                               | 2,51                                |

жание парафинов приходится на 3-е месторождение. Остаток имеет следующий элементарный состав (табл. 20).

Таблица 20.

| Остаток выше 350° из:        | % C   | % H   | % S  | % O+N | Q <sub>6</sub> | Q <sub>н</sub> |
|------------------------------|-------|-------|------|-------|----------------|----------------|
| Барзас 2 место- рождение . . | 87,12 | 10,38 | 0,35 | 2,15  | 10 198         | 9 622          |
| Барзас 3 место- рождение . . | 86,31 | 10,22 | 0,57 | 2,90  | 10 052         | 9 478          |

Следовательно по отделении парафинов он может быть использован как топливо. Вязкость его по отделении парафинов сильно падает.

#### Крэкинг. Фракция 280—350°.

Все сапропелиты показали высокий выход фракции 280—350°. Выход этой фракции колеблется от 20—44%; возможность применения ее, как топлива, ясна. Фракция обладает всеми данными для этой цели. Все же представлялось интересным попытаться найти подходящие условия для превращения ее в легкое моторное топливо. За последнее время имеется целый ряд работ, как по крекированию отдельных углеводородов под давлением водорода (работы Ипатьева и его учеников), так, и по крекированию смеси углеводородов, напр., Грозненского мазута. Следует отметить, что вышеупомянутую работу мы получили, когда наши исследования были уже закончены. С другой стороны мы имели целый ряд работ Саханова и его учеников по крекированию мазута. Представлялось безусловно интересным попытаться найти пути крекирования и фракции 280—350°.

Опыты были проведены с несколькими образцами при различных условиях в бамбе акад. Ипатьева. Во всех опытах разгонка бензина производилась из одной и той же Вюрцевской колбы с одним и тем же холодильником.

#### Опыты с фракцией 280—350°, полученной из Барзаса—(2 кусна):

Взято в два приема 70 см<sup>3</sup> масла и 10 см<sup>3</sup> бензина, полученного из этой же смолы + 2 г Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

давление 70 атм. H<sub>2</sub>. Опыты шли 4 ч. при t—415—425°. Максимальное давление около 200 атм. Конечное давление колебалось от 65—75 атм.

Получено жидкости 54 см<sup>3</sup> или 67,5% по объему. Замечено образование углистых частиц и незначительный прирост газа. Полученная легкоподвижная жидкость при разгонке из колбы Вюрца дала следующие результаты.

Начало кипения 40° При пересчете на исходную навеску получаются следующие данные

|                        |       |
|------------------------|-------|
| фр. № 1 до 170°—33,15% | 22,4% |
| " № 2 до 230°—16,31%   | 11,0% |
| " № 3 до 280°—14,29%   | 9,65% |
| " № 4 до 350°—5,28%    | 3,57% |
| Остаток—18,06%         |       |
| Потеря — 5,89%         |       |

Удельные веса фракции разгонки бензина и керосина с французским дефлегматором и иодные числа приведены в табл. 21. Как видно из прилагаемой таблицы, и что следовало ожидать, иодные числа получаются низкие; бензин и керосин при разгонке из Вюрцевской колбы—бесцветные жидкости с нормальным запахом, при стоянии желтеют.

Таблица 21.

| Наименование фракций | Удельный вес D <sub>4</sub> <sup>18</sup> | Иодное число | Разгонка фр. до 230° с французским дефлегматором |
|----------------------|-------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------|
| Фракция до 170°      | 0,7540                                    | 26,94        | До 50° — 0,49%                                   |
| " " 230°             | 0,8837                                    | 28,40        | " 70° — 10,81%                                   |
| " " 280°             | 0,9678                                    | 33,30        | " 90° — 25,05%                                   |
| " " 360°             | 1,0215                                    | 31,19        | " 110° — 34,40%                                  |
|                      |                                           |              | " 130° — 44,72%                                  |
|                      |                                           |              | " 150° — 55,27%                                  |
|                      |                                           |              | " 170° — 66,03%                                  |
|                      |                                           |              | " 190° — 75,49%                                  |
|                      |                                           |              | " 210° — 86,64%                                  |
|                      |                                           |              | " 220° — 92,35%                                  |
|                      |                                           |              | остаток — 6,25%                                  |
|                      |                                           |              | потеря — 1,40%                                   |

#### Опыты с фракцией 280—350°, полученной из смолы Барзас (2 месторождение)

Нижеприведенные опыты проведены при 415—430° с маслом, с добавкой катализаторов Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + CuO при давлении H<sub>2</sub> 60—70 атм. Наблюдалось образование углистых частиц, но в весьма небольшом количестве. Полученные данные приведены в таблице 22.

Разгонки бензинов произведены из одной и той же колбы Вюрца. Нач кипения для опыта № 1—50°, для опыта № 2 и 3—60°.

Как видно из прилагаемой таблицы, выход жидкого продукта несколько возрастает при уменьшении времени.

Выход фр. до 230° в оп. № 1—30,70 сч. на исход. навеску  
" " " 230° " № 2—28,20 " " "  
" " " 230° " № 3—34,10 " " "

Количество непредельных, как и следовало ожидать, весьма малое, что показывают и иодные числа. При учете и тяжелого керосина выход состава



влет для 1-го опыта 42,70%, для 2-го опыта—40,27, для 3-го опыта—44,83%.

Представлялось интересным провести крэкинг не для фракции 280—350°, а для фракции от 280° и до конца, т. е. совместно с остатком.

Работа велась также с катализатором ( $Al_2O_3 + SiO$ ), но при начальном давлении  $H_2$ —85—92 атм. Полученные результаты приведены в табл. 23.

В этих опытах наблюдалось отделение углеродистого осадка и значительного количества газа. Начало кипения бензина 45°.

Во всех опытах до 230° фракции гонятся бесцветные, выше—слегка желтоватые. Фракция до 175° слегка мутноватая, за счет присутствия следов влаги. При стоянии на воздухе наблюдается изменение цвета фракции.

Таблица 22.

| №№ опытов | Начальное<br>Конечн. дав.<br>лен. опыта. | Темпер.<br>опыта.<br>Время<br>продол.<br>опыта | Максим.<br>давлен. в<br>бомбе | Выход.<br>жидк. прод.<br>% | В пересч. на исходн. нав. |                         |                         |                         |                          | Иодные числа            |                         |                         |                         |                |                 |                  |                 |
|-----------|------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|
|           |                                          |                                                |                               |                            | Фракция<br>до 175°<br>%   | Фракция<br>до 230°<br>% | Фракция<br>до 280°<br>% | Фракция<br>до 360°<br>% | Остатки и<br>потери<br>% | Фракция<br>до 175°<br>% | Фракция<br>до 230°<br>% | Фракция<br>до 280°<br>% | Фракция<br>до 360°<br>% | Фракция<br>№ I | Фракция<br>№ II | Фракция<br>№ III | Фракция<br>№ IV |
| 1         | 68/70                                    | 415—430°<br>3,5 ч.                             | 170 атм                       | 72,3                       | 29,82                     | 12,65                   | 16,60                   | 14,25                   | 26,68                    | 21,55                   | 9,15                    | 12,00                   | 10,30                   | 24,50          | 27,99           | —                | 38,58           |
| 2         | 62/62                                    | 403—425°<br>2 ч.                               | 133 „                         | 89,4                       | 18,35                     | 13,20                   | 13,49                   | 29,05                   | 23,91                    | 16,40                   | 11,80                   | 12,07                   | 26,0                    | 36,29          | 37,59           | 36,22            | 33,11           |
| 3         | 69/70                                    | 415—435°<br>2 „                                | 162 „                         | 9,1                        | 25,10                     | 11,94                   | 10,65                   | 22,70                   | 29,61                    | 23,10                   | 11,00                   | 10,73                   | 20,90                   | 18,84          | 20,44           | —                | 23,98           |

Таблица 23.

| Т опыта продолжител. | Максим. давление в бомбе | Выход жидкого продукта | Фракция до 175° | Фракция до 230° | Фракция до 280° | Фракция до 340° | Остаток и потеря | В пересчете на исх. навеску |                 |                 |                 |
|----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                      |                          |                        |                 |                 |                 |                 |                  | Фракция до 175°             | Фракция до 230° | Фракция до 280° | Фракция до 340° |
| 420—425°<br>2 ч.     | 220 атм.                 | 4 %                    | 33,0%           | 13,25%          | 11,45%          | 14,37%          | 27,93%           | 21,90%                      | 8,80%           | 7,60%           | 9,55%           |

#### Опыты крэкинга фракции 280—350° полученной из смолы Барзас (3 месторождение).

Представлялось интересным провести опыты без предварительного давления водорода.

Температура опытов колебалась от 405 до 450°

и опыты велись как в присутствии, так и в отсутствии катализаторов.

Процесс крэкирования протекает следующим образом: вначале наблюдается очень медленный рост давления, которое затем быстро возрастает и уже

Таблица 24.

| №№ опытов | Время макс. темп. в час. | Температура опыта | Давление опыта (max) | Конечное давление | Рост давления    | Выход продукта в % | Выхода фракции в % |         |                  |         |                  | Выхода фракции на исходное масло в % |                |         |         | Иодные числа: |        |         |        | Удельный вес бензинов       |
|-----------|--------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------|------------------|---------|------------------|--------------------------------------|----------------|---------|---------|---------------|--------|---------|--------|-----------------------------|
|           |                          |                   |                      |                   |                  |                    | До 175°            | До 230° | До 280°          | До 360° | Остаток и потеря | До 175°                              | До 230°        | До 280° | До 360° | Фр. I         | Фр. II | Фр. III | Фр. IV |                             |
| 1         | 2 ч.                     | 405—425           | 18 атм               | очень малое       | Медл.            | 86,85              | 20,05              | 13,80   | 18,00            | 18,60   | 29,55            | 17,40                                | 11,99          | 15,65   | 16,15   | 50,68         | —      | 49,06   | 38,93  |                             |
|           |                          |                   |                      |                   |                  |                    | 51,85              |         |                  |         |                  | 29,39                                |                |         |         |               |        |         |        |                             |
| 2         | 1 ч. 15 м                | 440—445           | 49 „                 | „                 | Быст.            | 91,00              | 33,45              | 22,20   | до 250°<br>15,10 | 29,25   |                  | 30,45                                | 45,04<br>20,20 | 13,75   | —       | —             | —      | —       | —      | $D_{22,5}^{22,5}$<br>0,7430 |
|           |                          |                   |                      |                   |                  |                    | 70,75              |         |                  |         |                  | 50,65                                |                |         |         |               |        |         |        |                             |
| 3         | 1 ч.                     | 445—456           | 52 „                 | „                 | „                | 89,60              | 35,80              | 20,05   | до 280°<br>19,59 | 24,56   |                  | 32,10                                | 64,40<br>17,97 | 17,55   | —       | 62,38         | —      | —       | —      |                             |
|           |                          |                   |                      |                   |                  |                    | 75,44              |         |                  |         |                  | 52,07                                |                |         |         |               |        |         |        |                             |
| 4         | 2 ч.                     | 452—460           | 62 „                 | 6 атм.            | „<br>затем медл. | 69,20              | 42,00              | 21,90   | 13,80            | 22,30   |                  | 29,10                                | 67,62<br>15,15 | 9,55    | —       | 46,63         | 42,15  | 40,63   | —      |                             |
|           |                          |                   |                      |                   |                  |                    | 77,70              |         |                  |         |                  | 44,25                                |                |         |         |               |        |         |        |                             |
| 5         | 2 ч.                     | 440—452           | 52 „                 | 1,5               | Быст.            | 79,00              | 38,20              | 20,90   | 17,12            | 23,68   |                  | 30,2                                 | 53,80<br>16,5  | 13,52   | —       | 49,50         | 42,30  | 35,94   | —      |                             |
|           |                          |                   |                      |                   |                  |                    | 76,22              |         |                  |         |                  | 46,7                                 |                |         |         |               |        |         |        |                             |
| 6         | 2 ч. 15 м                | 415—446           | 50 „                 | 1                 | Медл.            | 87,5               | 26,15              | 19,40   | 22,00            | 32,45   |                  | 22,80                                | 50,22<br>16,97 | 19,25   | —       | —             | —      | —       | —      |                             |
|           |                          |                   |                      |                   |                  |                    | 67,55              |         |                  |         |                  | 39,77                                |                |         |         |               |        |         |        |                             |
|           |                          |                   |                      |                   |                  |                    |                    |         |                  |         |                  | 59,02                                |                |         |         |               |        |         |        |                             |

дальнейший подъем идет крайне медленно. Необходимо прерывать опыт на максимальном подъеме, так как в противном случае наблюдается значительное газообразование и некоторое отложение углерода.

Как видно из приводимого материала одного из опытов давления быстро достигает 50—55 атм и, затем, медленно поднимается. Медленный подъем вызывает значительную потерю в выходе вещества:

| Время | Температура | Давление |
|-------|-------------|----------|
| 12.30 | 395         | —        |
| 1.00  | 430         | 12,5     |
| 1.30  | 452         | 30       |
| 2.00  | 456         | 55       |
| 2.30  | 460         | 60       |
| 3.00  | 459         | 62       |

Ниже приводятся результаты, полученные по крекированию. (Табл. 24). Как видно из приведенного материала, выход бензина достигает до 32%, выход бензина и легкого керосина 52—53%, считая на загруженное вещество. Как и следовало ожидать, наибольший выход легких погонов получается при ведении опыта в течении 1 часа при температуре около 450° в присутствии катализатора, что вполне согласуется с исследованиями Ипатьева и его учеников, Саханова и др.

Интересно отметить, что полученные результаты близко подходят к результатам Ипатьева, Орлова и Белопольского<sup>13)</sup> над крекингом Грозненского мазута под высоким давлением. Полученные ими результаты приведены в табл. 25.

Бензин и керосин, полученные при опыте № 2, 3 и 5, смешаны и подвергнуты разгонке с французским дефлегматором. Результаты разгонки приведены в табл. 26. Измерение удельных весов, опре-

Таблица 25.

| №№ опытов | Колич. мазут. г | Темпер. в макс. | Время макс. темп. час. | Гавл. нач. макс. | В ы х о д:         |            |            |          |                    |
|-----------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------|--------------------|------------|------------|----------|--------------------|
|           |                 |                 |                        |                  | Десяти ст. до 3000 | Бензин в % | Керос. в % | Остат. % | Потер. на газообр. |
| 1         | 300             | 400—410         | 5                      | 105/205          | 20                 | 5          | 15         | 70       | 10                 |
| 2         | 500             | 455             | 2 1/2                  | 100/265          | 62                 | 28         | 35         | 21       | 17                 |
| 3         | 500             | 450             | 2                      | 100/260          | 56                 | 25         | 31         | 22       | 22                 |
| 4         | 500             | 440—450         | 1,3                    | 100/255          | 61                 | 32         | 29         | 22       | 17                 |
| 5         | 500             | 455—460         | 1,10                   | 90/260           | 64                 | 34         | 30         | 18       | 18                 |
| 6         | 750             | 430—435         | 2,4                    | 70/220           | 41                 | 14         | 27         | 49       | 10                 |

ных и ароматических углеводородов для бензина говорит сам за его качество.

#### Разгонка бензина, легкого керосина и тяжелого керосина.

Таблица 26.

| №№ фракций     | Темп. кипен. | Выход в %% | №№ фракций     | Темп. кипения | Выход в %% |
|----------------|--------------|------------|----------------|---------------|------------|
| 1              | До 70°       | 7,91       | 1              | До 230°       | 18,55      |
| 2              | " 90°        | 13,97      | 2              | " 250°        | 49,20      |
| 3              | " 110°       | 23,34      | 3              | " 270°        | 75,20      |
| 4              | " 130°       | 35,34      | остаток потеря |               | 23,60      |
| 5              | " 150°       | 45,08      |                |               | 0,10       |
| 6              | " 170°       | 59,68      |                |               |            |
| 7              | " 190°       | 71,46      |                |               |            |
| 8              | " 210°       | 81,91      |                |               |            |
| 9              | " 230°       | 90,15      |                |               |            |
| остаток потеря |              | 7,67       |                |               |            |
|                |              | 2,18       |                |               |            |

Таблица 27.

| Фракции    | Иодное число | Содержан. непредельн. углев. | Содержан. ароматич. углевод. | Удельный вес                          | Удельн. вес после удален. непредельн. аром. | C     | H     | S                 | O + N | Q <sub>8</sub> |
|------------|--------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|-------|-------|-------------------|-------|----------------|
| До 170°    | 46,22        | 11,95                        | 13,35                        | D <sub>4</sub> <sup>15</sup> — 0,7434 | D <sub>4</sub> <sup>15</sup> — 0,7407       |       |       |                   |       |                |
| " 170—230° |              | 18,0                         | 31,0                         | D <sub>4</sub> <sup>15</sup> — 0,8278 | D <sub>4</sub> <sup>15</sup> — 0,7719       | 85,67 | 11,84 | 0,32 <sup>1</sup> | 2,17  | 10 486         |
| " 250°     | 37,35        | —                            | —                            | —                                     | —                                           |       |       |                   |       |                |
| " 270°     | 39,19        | —                            | —                            | —                                     | —                                           |       |       |                   |       |                |

\* Определение S произведено из обмывок бомбы.

деление иодных чисел и содержание непредельных и ароматических углеводов приведено в табл. 27. Бензин и керосин при долгом состоянии на свету окрашиваются в желтый цвет. Начало кипения бензина 30°. Начало кипения тяжелого керосина фр. 230—280°—205°. Разгонка тяжелого керосина производилась из колбы Вюрца.

Как видно из приведенных результатов, полученный бензин и керосин вполне удовлетворяют основным требованиям. Невысокий процент непредель-

#### З а к л ю ч е н и е.

Сапропелиты, найденные по реке Барзас, недалеко от Кемеровских копей в Кузнецком бассейне, возбуждают особый интерес, как с точки зрения научной, так в еще большей степени промышленной.

Сибирь, оторванная от нефтяных месторождений, в ближайшем будущем, с развитием механизации транспорта и сельского хозяйства предъявит очень большие требования в отношении моторного топлива. Снабжение ее дальне-привозным с Кавказа

<sup>13)</sup> Br. Chemie № 17, 346—1929 г.



бензином влечет очень большие потери топлива и затраты энергии на его доставку и, поэтому, естественно, краевые организации начинают изыскивать пути к добыче собственного моторного топлива из местных каменных углей или других горючих ископаемых. Такими источниками могут служить сапропелиты или богхеды (Хахареийские, Черемховские, Матаганские и др.) или же Ленинские угли. Первые до сих пор обнаружены в различных местах, но добыча их не получила должного развития, вторые разрабатываются в большом масштабе, но дают сравнительно невысокие выхода жидких продуктов. Когда были обнаружены первые залежи сапропелитов по реке Барзасу, показавшие хорошую мощность 2 м и 1,8 м, то понятно все взоры устремились на них и брошены средства и силы на их разведку и добычу. Представленные исследования сапропелитов показывают, что они вполне заслуживают внимания, уделяемого им и могут воздать сторицей, если разведка обнаружит их в достаточном для промышленной эксплуатации количестве.

Количество отдельных продуктов, которые могут быть извлечены при полукоксовании с последующим крекингом тяжелого масла или мазута, ориентировочно можно представить в следующих цифрах:

|                             | Из смолы | Крекинг | Сумма |
|-----------------------------|----------|---------|-------|
| Бензин до 175° . . . . .    | 3,4%     | 3,8     | 7,2%  |
| Керосин „ 280° . . . . .    | 7,0%     | 4,2     | 11,2% |
| Всего моторного топлива . . | 10,4%    | 8,0     | 18,4% |

Кроме того, получается в качестве остатка продукт, который может быть переработан на искусственный асфальтовый гудрон в количестве 7%.

Все данные приведены на уголь при выходе смолы 25—33%, если качество сапропелитов улучшится, то эти цифры еще повысятся, и следовательно, сделают более рентабельным их переработку.

Для подсчета примерного баланса предприятия можно будет принять данные американской практики. На 165.000 тонн угля в год стоимость полукоксовальной установки оценивается в 1.200 000 ам. долларов. Все расходы по предприятию с амортизацией за год составляют 540.258 амер. долларов без учета стоимости угля. Стоимость угля можно принять по Кузбассу 6 руб. тонна. Тогда, принимая стоимость 1 амер. доллара в 2 руб.—все расходы в год составляют:

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| расход по производству . . . . . | 1.080.516 |
| стоимость угля . . . . .         | 990.000   |
| Итого . . . . .                  | 2.070.516 |

При выходе смолы в 30% от угля получим смолы:

$$165.000 \times 0,3 = 49.500 \text{ тонн.}$$

Откуда стоимость 1 тонны смолы получится:

$$2.070.516 : 49.500 = 41 \text{ р. } 83 \text{ к.}$$

Такая цена для Сибири безусловно приемлема и полученное из нее моторное топливо будет значительно дешевле, чем привозное с Кавказа.

Если же полукоксы и газ расценить как топливо, то цена упадет до 39 руб.

#### В ы в о д ы:

1. Сапропелиты реки Барзас должны служить источником моторного топлива для Сибири.
2. Пути использования сапропелитов—полукоксование.
3. Смола сапропелитов может дать большое количество моторного топлива, как непосредственно, так и путем крекинга.
4. Необходимо дальнейшее изучение как сапропелитов, так и продуктов из него получающихся.
5. Необходимо организовать опытную установку для полукоксования сапропелитов и переработки смолы.

Для подсчета действительного баланса предприятия можно будет принять данные американской компании № 102.000 тонн угля в год стоимостью по подсчетам установленной оценочной комиссии в 1.200.000 ам. долларов. Все расходы по предприятию с амортизацией за год составляют 240.258 ам. долларов без учета стоимости угля. Стоимость угля можно принять по 10,5 долларов в тонну. Тогда, принимая стоимость 1 ам. доллара в 2 руб.—все расходы в год составят:

Расход по производству . . . . . 1.080.216  
Стоимость угля . . . . . 960.000  
Итого . . . . . 2.040.216  
При выходе сломы в 30% от угля получим сломы:  $168.000 \times 0,3 = 50.500$  тонн.  
Откуда стоимость 1 тонны сломы получится:  $2.040.216 : 40.500 = 41$  р. 83 к.

Такая цена для Индии довольно приемлема и по сравнению с ней моторное топливо будет значительно дешевле, чем привозное с Канады. Если же подумает и вся расценит как топливо, то цена упадет до 39 руб.

### В ы в о д я

1. Сварочники реки Рабас должны служить инстинктом моторного топлива для Индии.
2. Пути использования сварочников — поучительно.
3. Слом сварочников может дать большое количество моторного топлива, как непосредственно, так и путем переработки.
4. Исследования дальнейшего изучения как сварочников, так и сломы, и их использование в промышленности.
5. Необходимо организовать опытно-участковую для подучивания сварочников и переработки сломы.

Вспомогательный орган, дающий потерю топлива и энергии, связанной с этим процессом, и постоянный, с одной стороны, и непостоянный, с другой, в зависимости от количества топлива, потребляемого в процессе. Вспомогательный орган, дающий потерю топлива, связанной с этим процессом, и постоянный, с одной стороны, и непостоянный, с другой, в зависимости от количества топлива, потребляемого в процессе. Вспомогательный орган, дающий потерю топлива, связанной с этим процессом, и постоянный, с одной стороны, и непостоянный, с другой, в зависимости от количества топлива, потребляемого в процессе.

Вспомогательный орган, дающий потерю топлива, связанной с этим процессом, и постоянный, с одной стороны, и непостоянный, с другой, в зависимости от количества топлива, потребляемого в процессе.

| № сломы | Канал | Сумма |
|---------|-------|-------|
| 1       | 1     | 1     |
| 2       | 2     | 2     |
| 3       | 3     | 3     |
| 4       | 4     | 4     |
| 5       | 5     | 5     |

Вспомогательный орган, дающий потерю топлива, связанной с этим процессом, и постоянный, с одной стороны, и непостоянный, с другой, в зависимости от количества топлива, потребляемого в процессе.





20910

БЕСПЛАТНО.

