

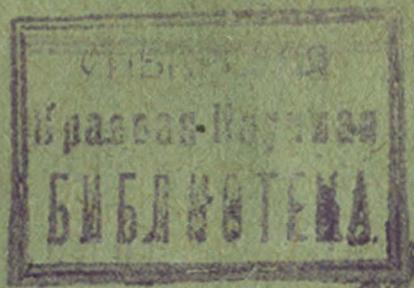
35.512 (2P5)
B68

Трест Каменноугольной Промышленности Сибири =
„СИБУГОЛЬ“

М. В. ВОЛОГДИН

НЕФТЬ ИЗ УГЛЯ

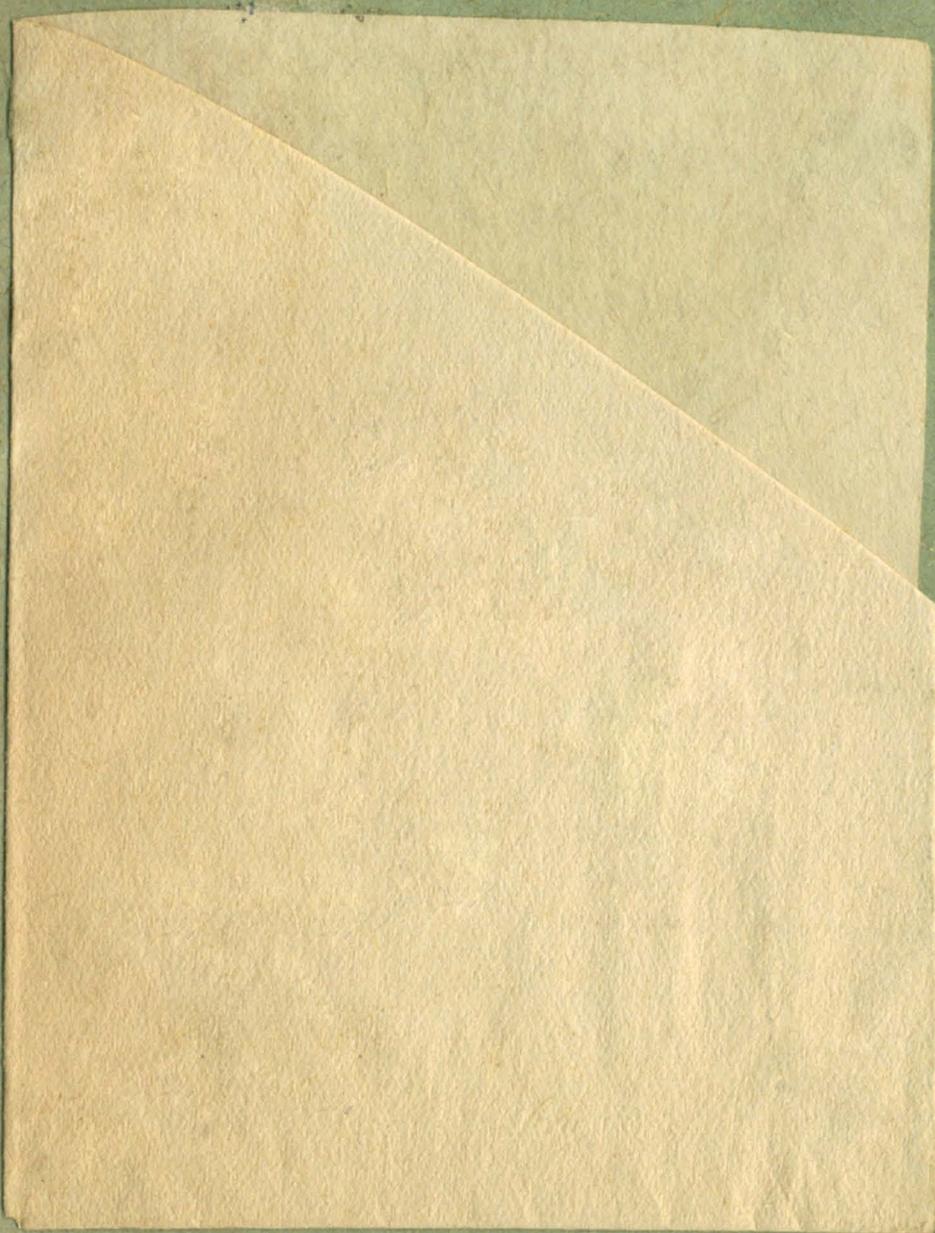
ПОД РЕДАКЦИЕЙ И С ПРЕДИСЛОВИЕМ
ПОМ. УПРАВЛЯЮЩЕГО ТРЕСТОМ
„СИБУГОЛЬ“, ГОРНОГО ИНЖЕНЕРА
С. Е. ОХРИМЕНКО



38:629.(57)
B-68

ИЗДАНИЕ „СИБУГОЛЬ“

г. Новосибирск
1930 г.

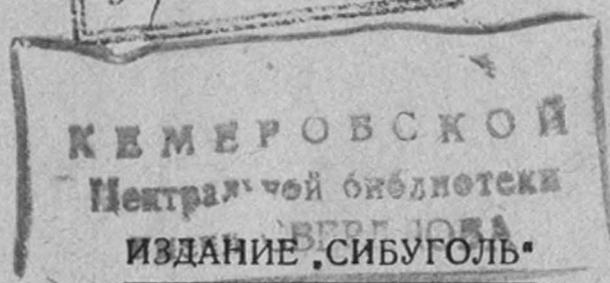


≡ Гострест Каменноугольной Промышленности Сибири ≡
„С И Б У Г О Л Ь“

М. В. ВОЛОГДИН

НЕФТЬ ИЗ УГЛЯ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ И С ПРЕДИСЛОВИЕМ
ПОМ. УПРАВЛЯЮЩЕГО ТРЕСТОМ
„СИБУГОЛЬ“, ГОРНОГО ИНЖЕНЕРА
===== С. Е. ОХРИМЕНКО =====



г. Новосибирск 1930 г.

Тираж 1000 экз. 2 п. л.
Сибкрайлитот от 26/VI-30 г.
№ 678. Гор. Новосибирск
тип. СибВО. Заказ № 2126.

ПРЕДИСЛОВИЕ

29-го марта 1930 года, по просьбе Краевого комитета горнорабочих, я сделал доклад президиуму комитета о состоянии разведок на сапропелевые угли, главным образом, барзасские. Остановливаясь на последнем более подробно, я во введении вкратце охарактеризовал значение и роль этих углей в хозяйстве Союза и Сибири в особенности.

Примерно, месяцем позже я прочел лекцию об этих же углях на курсах по технике безопасности. По признанию слушателей последних, они только теперь отдали себе ясный отчет в том, что это такое сапропелевый уголь.

Надо полагать, что и широкие массы трудящихся, от деятельного участия которых в том или ином деле зависит его конечный успех, мало знакомы с этим, поистине, драгоценным ископаемым. Поэтому совершенно правильно на президиуме Крайкома СГ было высказано пожелание о том, чтобы Сибуголь издал научно-популярную брошюру, посвященную сапропелитам. Прилагаемая работа тов. Вологодина является исполнением этого пожелания Кр. СГ.

Потребность в такой именно работе в настоящее время колоссальна, так как, излагая понятия о сапропелевых углях и их значении для жизни страны простым, понятным каждому языком, она, в дело поисков таких углей, (что является боевой задачей сегодняшнего дня, в буквальном смысле этого выражения),—вовлечет огромное количество людей и успех нахождения новых месторождений углей и расширение знаний об открытых уже будет обеспечен, другими словами, будет обеспечено снабжение Сибири дешевым (в 2 раза дешевле кавказского) жидким моторным топливом.

19 июня 1930 г.

Охрименко.

I. Значение топлива в жизни человека

В жизни человека громадное значение имеет топливо.

На самом деле, представим себе, что мы остались бы совершенно без топлива: не было бы ни дров, ни угля, ни нефти, ни даже кизяка, одним словом, не было бы ничего такого, что, по нашим современным познаниям, называется топливом. Что получилось бы в этом случае?

Прежде всего остановились бы все паровые машины: остановились бы фабрики и заводы, изготовляющие все нужное для людей, начиная с самой простой ткани и кончая сложными машинами, необходимыми для таких же фабрик и заводов; остановилось бы движение поездов и пароходов, перевозящих людей и грузы; остановились бы автомобили, автобусы, тракторы, так как и для них не было бы топлива—бензина и керосина; люди не смогли бы приготовить себе пищи и начали бы голодать, терять силы и умирать или вступать в бой с животными, стараясь победить их для того, чтобы напитаться их кровью и сырым мясом, иначе говоря, люди стали бы превращаться в зверей; прибавьте к этому холод, от которого мы сохраняемся в отапливаемых помещениях, да при помощи теплой одежды и представится совершенно ясная картина прекращения жизни **человека** на земле: в холодных странах человек умрет, в теплых, в лучшем случае, превратится в дикаря.

Вот что такое топливо! Топливо, оказывается, источник жизни человека, ибо в нем, в этом топливе, сосредоточена вся живительная сила солнца, которая передается на землю при помощи солнечных лучей, поглощается растительностью и вместе с растениями переходит или в людей и животных в виде пищи, или сохраняется в скрытом виде—в дровах, каменном угле, нефти, до тех пор, пока мы их не зажжем; а когда дрова, уголь, нефть загорят, тогда они дают тепло, тепловую энергию—живительную силу солнца, принявшую другой вид, другую форму.

Теперь нам совершенно ясно значение топлива в жизни человека и мы видим, что без топлива мы обойтись совершенно не можем.

Но человек никогда не останавливается, когда он разрешит какую-нибудь задачу: у него сейчас же появляется новая мысль—а нельзя ли эту задачу решить по иному? Нельзя ли сделать проще и лучше? Это свойство человеческого ума: искать и искать без конца.

Так и с топливом: человек обнаружил, что дерево горит, что при горении оно дает тепло. Казалось бы, можно было на этом и успокоиться, но человек начал искать: нельзя ли для чего-нибудь использовать это топливо? Оказалось, что можно:

при помощи тепла можно воду превратить в пар, а пар также можно использовать—и человек изобрел паровую машину.

Но этот пар можно получать не только при помощи дров, но и при помощи угля, нефти, газа и человек начал искать способа лучше и легче сжигать эти вещества, чтобы получить пар.

Теперь мы имеем паровозы и пароходы, отапливаемые или дровами, или каменным углем, или нефтью.

Конечно, в этих исканиях человек сделал много новых открытий и важнейшее из них—электричество. Оказалось, что **электричество можно получить при помощи того же пара**: пар приводит в движение динамо-машину, а динамо-машина дает электричество.

Но разве мог человек остановиться на этом? Конечно, нет! Он начал искать дальше. Ведь в самом деле: для того, чтобы заставить двигаться паровоз, нужно сжечь топливо, которое нагреет воду и переведет ее в пар и уже этот пар заставит паровоз двигаться; или то же самое нужно сделать, чтобы получить электричество. Вот человек и задумался, а нельзя ли обойтись без воды? Ведь что такое пар? Пар—это газ, в который превратилась вода. Ведь по существу **для движения поршня в машине нужен газ**, а не вода, только газ этот должен иметь большое давление, чтобы заставить поршень двигаться.

Этим свойством газа—давить и толкать пользуется охотник, когда он стреляет из ружья; воин,—когда он стреляет из револьвера, винтовки, пулемета или пушки; горняк—когда он в забое отрывает уголь от пласта при помощи динамита; каменолом—когда он при помощи того же динамита взрывает громадные глыбы камня и т. д.

Что делают все эти люди, чтобы получить желательный им результат? Они **быстро** сжигают взрывчатые вещества; но ведь взрывчатое вещество есть горючее вещество, стало быть, надо только научиться сжигать какое-нибудь более удобное и безопасное вещество так, чтобы из ма-

лого количества этого вещества получилось много газа, который и будет давить или, как говорят ученые и техники, будет производить работу.

Исходя из этого, человек изобрел **двигатели внутреннего сгорания**, где внутри самого двигателя сгорает какое-нибудь жидкое горючее вещество (бензин, керосин, нефть), дающее быстро и много газа. Паровой котел стал лишним и машины стали легче—**были изобретены автомобили, автобусы, тракторы, аэропланы**. Когда эти двигатели внутреннего сгорания поставили на пароходе вместо парового котла и машины, получили теплоход, на паровозе—получили тепловоз.

Теперь уже всем известно, какое громадное количество этих машин изготовляет человек для своих нужд; но еще больше их будет изготовляться в будущем, так как потребность в этих машинах быстро растет.

Но для этих машин нужно жидкое топливо, главным образом, бензин и керосин, которые получаются из нефти, стало быть—**нужно иметь, нужно добывать нефть**.

II. О нефти

Из нефти получают не только бензин и керосин для двигателей внутреннего сгорания; из нефти же получают все смазочные масла, без которых не будет работать ни одна современная машина, а также получают вазелин и парафин. Всем известно, что вначале нефть имела главное применение для получения керосина, который употреблялся для освещения, а сама нефть—как жидкое горючее; но скоро начали добывать такое громадное количество нефти, что девать ее было решительно некуда и цена на нефть упала в 160 раз!

Тогда предпринимателям пришлось задуматься над тем, что же делать с нефтью, и вот начали ее перерабатывать и стали получать те продукты, которые мы сейчас и имеем; после этого нефть стала таким товаром, который имеет очень большой спрос на рынке.

Месторождения нефти имеются почти во всех странах, но только в Соединенных Штатах Северной Америки, Мексике, СССР, Персии, Голландской Индии, Румынии и Индии нефтяная промышленность развита сильно.

Общий размер мировой добычи нефти и место, занимаемое каждой страной в нефтяной промышленности, приводятся в таблице 1-й, взятой из труда профессора П. И. Шестакова—„Краткий курс лекций по производству светильных газов и технологии нефти, жиров и масел“ (Изд. 1928 г., стр. 116).

Мировая добыча нефти в тысячах тонн.

	1922 год	1923 год	1924 год	% миро- вой до- бычи
Соед. Шт. Сев. Америки	83.629,65	108.855,30	107.700,0	70,9
Мексика	27.341,70	22.805,25	21.750,0	14,3
С С С Р	4.944,90	5.725,05	7.150,0	4,7
Персия	3.286,35	3.750,00	4.500,0	2,9
Голландская Индия . .	2.508,00	2.250,00	2.250,0	1,6
Румыния	1.476,50	1.627,50	1.950,0	1,3
Индия	1.155,00	1.136,25	1.125,0	0,8
П е р у	797,10	900,00	975,0	0,7
Польша	784,05	820,50	750,0	0,5
Саравак	427,35	583,05	675,0	0,4
Венецуела	330,15	608,85	1.230,0	0,8
Аргентина	472,70	510,00	515,0	0,3
Тринидад	366,75	457,50	515,0	0,3
Япония	306,30	254,25	225,0	
Египет	178,20	155,55	150,0	
Франция	59,40	75,45	75,0	
Колумбия	48,45	63,75	75,0	0,5
Германия	47,85	50,25	52,5	
Канада	26,85	26,25	25,5	
Чехо-Словакия	18,00	15,00	15,0	
Все другие	21,15	28,80	28,5	
Всего	128.226,40	150.698,55	151.731,5	100

Если обратиться к прошлому Соединенных Штатов Северной Америки, то оказывается, что в 1905 г. там было добыто 16.905 тысяч тонн нефти, а в 1900 году только 7.889 тысяч тонн, иначе говоря добыча нефти в Соединенных Штатах Северной Америки росла чрезвычайно быстро, что, конечно, соответствовало росту потребности в нефтепродуктах.

Но этот рост потребности в нефти и нефтепродуктах имеет место не только в Америке, но и во всех странах мира; однако, удовлетворение этой потребности ограничивается известными сейчас мировыми запасами нефти: по подсчетам ученых, известных в настоящее время запасов нефти в Соединенных Штатах Северной Америки при существующей в настоящее время нефтедобыче хватит только на 25 лет.

Значительно лучше обстоит дело с нефтью в других странах, особенно у нас, в СССР, где открываются все но-

вые и новые месторождения нефти. Однако, вообще учеными признается, что запасы нефти в недрах земли крайне ограничены.

Этот недостаток нефти особенно остро ощущался во время последней войны в Германии, когда она была отделена фронтом от стран, в которых добывается нефть.

Германским ученым пришлось напрячь все силы для того, чтобы найти выход из этого затруднения и обеспечить страну жидкими горючими и смазочными веществами.

Выход, конечно, был найден, это—превращение некоторых сортов каменного угля в такой продукт, из которого можно получить бензин, керосин и смазочные масла.

Однако, не следует думать, что только с этого времени и стало известно, как получать эти продукты из каменного угля; нет, это известно уже больше 100 лет, но лишь только в это время и именно в Германии нашли способы, при помощи которых лучше и больше можно добывать этих продуктов из каменного угля. **Способ этот теперь называется полукоксованием.**

III. Сухая перегонка. Коксование и полукоксование

Чтобы лучше уяснить себе, что такое полукоксование, мы рассмотрим некоторые производства, известные и понятные большинству.

Всем известно, что если мы станем сжигать дерево, в особо сложенных кучах, закрытых сверху землей и дерном, то за счет развивающегося при таких условиях тепла дерево не сгорит, а лишь обуглится и мы получим древесный уголь. Кроме угля, одновременно будут получаться также газы и деготь.

Точно так же можно сжигать в кучах и каменный уголь, из которого в этом случае будет получаться кокс.

Этот же процесс можно вести не в кучах, а в особых аппаратах: ретортах*), коксовых печах, нагреваемых снаружи.

В этих случаях уже совершенно не будет гореть взятый материал: он будет разлагаться на части,—будут получаться газ, жидкие продукты и твердый остаток. **Такой процесс называется сухой перегонкой.**

При сухой перегонке дерева получается: 1) древесный газ, 2) подсмольная вода, 3) деготь и 4) древесный уголь.

*) Реторты—различной формы и размера котлы, с приклепаной крышкой и трубой для отвода получающихся при сухой перегонке продуктов—газов и жидкостей.

При сухой перегонке каменного угля в коксовых печах получается: 1) светильный газ, 2) аммиачная вода, 3) каменноугольный деготь и 4) кокс.

Когда перегоняется дерево, то реторты нагреваются до температуры, примерно, в 400° ; когда же получается кокс из каменного угля, то температура печей батареи держится около 1100° .

Если такую сухую перегонку каменного угля вести не при 1100° , а только при $450-500^{\circ}$, то мы будем получать уже несколько иные продукты:

1) газ, который в этом случае называется швельгаз (он другого состава, нежели светильный газ, получающийся при коксовании углей), 2) подсмольную воду (она кислая и не щелочная, как при коксовании), 3) первичный деготь и 4) полукокс. **Сухая перегонка каменного угля при низкой температуре и называется полукоксованием.**

Какая же разница между первичным и каменноугольным дегтем, а также между коксом и полукоксом?

Разница между первичным дегтем и каменноугольным заключается в том, что они состоят из различных веществ: из каменноугольного дегтя получают нафталин в то время, как из первичного нафталин не получается, зато получается парафин; при коксовании из газа улавливают бензол, толуол и ксилол, а при полукоксовании—бензин; если будем перегонять первичный деготь, то получим из него бензин, керосин, смазочные масла, парафин и гудрон, т.е. точно такие же продукты, как и из нефти; при перегонке же каменноугольного дегтя этих продуктов мы не получим, но зато получим карболку, антрацен и др. продукты.

Кокс и полукокс отличаются друг от друга, главным образом, по содержанию летучих веществ, что видно из таблицы 2-й.

Таблица 2 - я

Состав кокса и полукокса

	В л а г а % %	С у х а я м а с с а		Примечание
		Зола % %	Летуч. % %	
Кокс Кемеровский .	8,86	12,53	1,26	Среднее за 1928/29 год
Полукокс (из Ленинских углей) .	1,59—3,01	3,23—8,75	11,34—15,10	

Таким образом, разница между коксованием и полукоксованием заключается как в температурах, при которых

ведется переработка угля, так и в продуктах, которые получают в результате этой переработки. Само собой разумеется, что и аппаратура для коксования и полукоксования различна: **для коксования делают особые печи из огнеупорного кирпича, а для полукоксования—реторты из чугуна.**

Средняя производительность коксовой печи в Кемерово

на 1-й батарее—6 4 тн. угля в сутки

„ 2-й „ —7,2 „ „ „

„ 3-й „ —9,0 „ „ „

а производительность вращающейся реторты для полукоксования—100 тн.

Наконец и угли, которые идут на коксование и полукоксование, различны, а именно: **для коксования идут угли, содержащие около 21-22% летучих веществ и дающие малозольный спекшийся кокс; для полукоксования же идут угли с большим содержанием летучих веществ, примерно, процентов 40-50 на сухое вещество; полукокс же может быть и не спекшийся, а золы в нем бывает, обычно, значительный процент (до 50%).**

При коксовании важно получить возможно больше хорошего кокса, а при полукоксовании возможно больше хорошего первичного дегтя.

Теперь обратимся к истории и посмотрим, как шло развитие промышленности по полукоксованию углей, которую иначе называют минерально-масляной промышленностью.

100 лет тому назад во Франции швейцарцем Селлиг'ом, совместно с французом Де-ла-Гей, был организован завод по сухой перегонке горючих сланцев*). Горючие сланцы, так же как и некоторые сорта углей, при сухой перегонке при низкой температуре дают большой выход первичного дегтя. Вот этот-то деготь и стали получать на вновь организованном заводе; деготь потом подвергался разгонке и из него получали легкие и осветительные масла и парафин.

В 1839 году, продукты впервые появились на выставке в Париже.

В 1848 году в Шотландии, в Дербшире, Джемс Юнг открыл завод по перегонке нефти, но уже через 2 года, за недостатком нефти, должен был для своего завода искать другое сырье и этим сырьем оказался особый вид угля—богхед*). Однако, запасы такого угля в Шотландии оказа-

*) Характеристика сырья минерально - масляной промышленности будет дана в гл. IV.

лись невелики и уже в начале 60-х годов прошлого столетия Юнг приступил к получению смолы из горючих сланцев.

Работы Юнга и его сотрудников, направленные к развитию и улучшению минерально-масляной промышленности, столь велики по конечным результатам, что Дж. Юнга по праву следует считать основателем этого рода промышленности.

В остальных странах Западной Европы сланцеперегонная промышленность имеет очень малое значение, за исключением Эстонии, где добыча сланцев (Кукерских—в районе ст. Кохтель) быстро растет: с 16,6 тонн в 1918 г. до 250.000 тн. в 1925 г., из которых $\frac{1}{4}$ часть идет для получения смолы.

В Америке сланцевая промышленность также возникла, но благодаря наличию крупных месторождений нефти, сланцеперегонное дело скоро прекратило свое существование.

В Австралии сланцеперегонная промышленность существует с 60-х годов и, несмотря на конкуренцию американской нефти, не прекратила своего существования и до настоящего времени; это обстоятельство объясняется высокими качествами австралийских сланцев, которые дают большой выход керосина, и поэтому даже называются „керосиновыми сланцами“.

Основными продуктами, которые получают из сланцевых смол, являются:

- газ, употребляющийся как топливо;
- ламповое масло—для освещения;
- смазочные масла;
- парафин;
- кубный кокс—бездымное топливо;
- аммиачная вода—для получения серно-аммониевой соли (удобрение).

Этот перечень получающихся продуктов еще раз подтверждает сказанное выше, что **при полукоксовании получают нефтеподобные продукты**. Совершенно естественно, что с развитием нефтедобычи и падением цен на нефть, сланцеперегонная промышленность могла конкурировать с нефтяной промышленностью только в таких странах, в которых нет своей нефти, или куда доставка нефти обходится довольно дорого.

Вследствие этого, до сих пор существует сланцеперегонная промышленность в Австралии, Шотландии и Франции.

Но истощение запасов нефти в таких странах, как С. Ш. С. А., отсутствие имеющих промышленное значение месторождений в Германии и Эстонии, заставляет промышленность этих стран вновь возвращаться к почти заброшенному делу, и теперь, как в Германии, так и в Соединенных Штатах Северной Америки, новый вид промышленности, полукоксование, начинает приобретать права гражданства и в этих странах уже существует значительное количество установок по полукоксованию.

IV. Сырье для полукоксования

а) Происхождение и состав

Нет ни одного живого организма на земле, который существовал бы вечно: всякий живой организм, будь то большое животное или растение, или маленькое насекомое, или мельчайшие организмы, видимые только под микроскопом, все они зарождаются, или так или иначе появляются, живут некоторое время и умирают.

Причины смерти могут быть самые разнообразные: естественная смерть от старости, болезни и т. д. Особенно много организмов гибнет в воде.

Каким бы способом ни наступила смерть организма, он обязательно будет разлагаться, и в зависимости от того, при каких условиях будет происходить это разложение, от организма останется тот или иной остаток.

Как пример, возьмем дерево: дерево срубили, превратили его в дрова и сожгли в печи. Для дерева, таким образом, наступил конец жизни, оно разложилось, и от него осталось в печи небольшое количество угля.

Если мы опоздаем закрыть трубу у печи, то от дерева не останется даже и угля: мы получим лишь одну золу.

Но если мы дрова будем жечь в кучах, закрытых землей и дерном, или будем подвергать их сухой перегонке в ретортах, то угля у нас останется больше и мы никогда при этом условии не получим чистой золы.

В чем дело?—Дело в том, что в одном случае к дровам имеет доступ воздух, а в другом—доступа воздуха к ним нет. **При свободном доступе воздуха дрова сгорели до тла, без доступа же воздуха они лишь превратились в уголь.**

Так происходит решительно со всяким организмом: при доступе воздуха к трупу этого организма от него в

конце концов останется лишь зола, без доступа же воздуха, кроме золы, остается еще твердый уголь или жидкие продукты.

В природе разложение организмов без доступа воздуха происходит, главным образом, под водой в течение очень больших промежутков времени. Так и образовались громадные месторождения каменного угля из больших деревьев; так образуется торф из болотной растительности; так же, предполагают, образовалась и нефть из животных и растений.

Выше было сказано, что при разложении всякого организма при доступе воздуха от него остается лишь зола, большая же часть организма исчезает, улетучивается.

Улетучивающаяся при разложении часть организма называется органической, остающаяся же зола—минеральной.

Органическая часть животных и растений в свою очередь состоит из следующих групп:

- 1) углеводы (напр., сахар, крахмал, клетчатка),
- 2) жиры и
- 3) белки (напр., белок куриного яйца, творог из молока, клейковина в муке).

В разных растениях и животных этих органических веществ содержится различное количество.

Совершенно ясно, что при разложении разных организмов, хотя и при одинаковых условиях, будут получаться разные вещества.

Так, каждому известно, что когда испортится куриное яйцо (яйцо разлагается), оно издает неприятный запах сероводорода; когда разлагается жир, то этого запаха никогда не бывает, но зато появляется запах, свойственный прогорклому жиру.

Так же происходит с разложением растений и животных под водой: из них получают отличные друг от друга продукты.

Но как попадают растения и животные в воду?—Мы знаем, что часть растений (напр., водоросли, водяные лилии, мох и много других) и животных (рыбы, моллюски, морские звезды, масса мельчайших животных) живут в воде. Умирая, эти растения и животные падают на дно, где они в течение больших промежутков времени и разлагаются без доступа воздуха.

Масса растений и мельчайших животных в морях и озерах живут близ поверхности воды и образуют так

называемый „планктон“. Особенно много погибает и падает на дно водного бассейна этих мелких растений и животных „планктона“.

Но в воду попадает не мало и сухопутных растений и животных, особенно первых, как заносимых ветром, так и попадающих с обвалами берегов рек. Когда заболачивается почва в лесу, то в образовавшееся болото нередко падают деревья и здесь разлагаются.

Как видим, в воде разлагается очень много материала и из растений в этом случае образуется торф и каменный уголь.

Исследования показали, что растения, из которых образуется торф и каменный уголь, состоят, главным образом, из углеводов и содержат небольшой процент жиров и белков (9,6-29,6 проц.).

„Планктон“, наоборот, содержит много жиров и белков, а именно: от 24,6 и до 62,3 проц.

Ясное дело, что из планктона должен образоваться не торф и каменный уголь, а нечто другое.

Оказывается, что когда под водой разлагается „планктон“, то из него получается вещество, которое называется „сапрпель“ (гнилой ил). Этот „сапрпель“ содержит очень много летучих веществ, иногда до 90 проц.

Когда „планктон“ падает на дно, то он смешивается с минеральными веществами: глиной, песком, известью, приносимыми в моря и озера реками, а также и с мелкими известковыми ракушками животных, живущих в этом водоеме.

Получающийся из „планктона“ „сапрпель“ пропитывает эту минеральную часть и смесь минеральной части с сапрпелем получает название „сапрпелит“.

По своему внешнему виду сапрпелиты бывают часто похожи на уголь, иногда же на глинистые сланцы, а некоторые на затвердевшую смолу.

Такие сапрпелиты, которые похожи на уголь, называют сапрпелевыми углями.

Некоторые сапрпелиты содержат также вещества, которые растворяются в спирте, бензоле, бензине и др. растворителях; эти вещества называются битумами. Сапрпелиты, содержащие битумы, называют битуминозными углями, битуминозными или горючими сланцами, а иногда им дают и особые названия: богхеды, торбониты, пирописиты, томиты и т. д.

Названия эти зависят не только от того, где найдены сапрпелиты (напр., томитами названы сапрпелиты, найден-

ные на берегах р. Томи), но и от качества самого продукта.

Во всяком случае, **основным веществом, характеризующим эти сапропелиты, является „сапропель“** (гнилой ил), который при сухой перегонке и дает первичный деготь, похожий по своему составу на нефть.

б) Качество сапропелитов

Ознакомившись с происхождением сапропелевых углей, перейдем к рассмотрению качества тех из них, которые подвергались и подвергаются полукоксованию за границей.

Выше было отмечено, что при полукоксовании имеют целью получить возможно больше первичного дегтя. Но первичный деготь получается при сухой перегонке соответствующих углей, из которых при нагревании часть веществ улетучивается, образуя газ и деготь.

Ясное дело, что чем больше будет в угле этих способных к улетучиванию веществ, тем более пригоден будет уголь для полукоксования.

Вот по количеству этих улетучивающихся, или, как говорят, „летучих веществ“ угля и судят о качестве угля.

Второй составной частью, которая говорит о качестве угля, является зола: конечно, чем больше в угле золы, тем он хуже и наоборот.

Таким образом, для определения пригодности угля для полукоксования мы имеем два признака—летучие вещества и золу: чем больше летучих веществ и меньше золы, тем уголь будет лучше, тем можно больше получить из него ценных продуктов и, прежде всего, первичного дегтя.

Но вообще в сапропелитах золы содержится очень много (да ведь это так и должно быть: вспомним, как и из чего образуются сапропелиты),—так, шотландские смолистые сланцы содержат золы до 45%; смолистый уголь из Месселя (Германия)—около 30%; сланцы Сев.-Ам. Соед. Штатов в большинстве случаев содержат летучих от 33 до 55% и золы от 46 до 66%. Но здесь же есть сланцы, которые содержат летучих 19-20% и золы 79-81%.

В помещенной ниже таблице приведены данные о составе сапропелитов некоторых стран (в процентах):

Таблица 3.

Месторождение	Летучих в % %	Золы в % %
Австралия	88,88	4,97
„	69,85	16,05
Тасмания	34,55	59,65
Новая Зеландия	81,79	9,54
Шотландия	32,58	58,87
Франция (Отен)	30,07	63,04

В Эстонии, близь границы с нашей Ленинградской областью, около д. Тюрпсаль, разрабатывают горючие сланцы, которые содержат:

летучих от 50,4 до 60,1%

золы „ 33,9 „ 39,4 и даже 53%

и дают выход дегтя до 40% от веса угля.

V. Сапропелиты СССР

У нас, в СССР также имеется много месторождений сапропелитов и некоторые из этих месторождений уже разрабатываются: одни пока для исследований, а другие (волжские)—для промышленных целей.

Одним из важнейших месторождений сапропелитов в СССР является **месторождение кукерсита** близь ст. Веймарн, Ленинградской области. Этот сапропелит очень близок к эстонским горючим сланцам и содержит:

летучих от 40,15 до 50,4%

золы „ 38,0 „ 47,4%

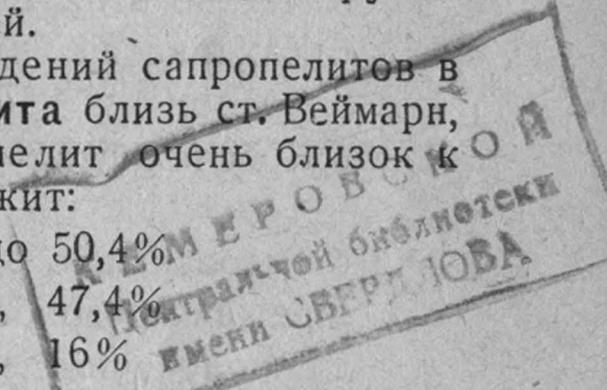
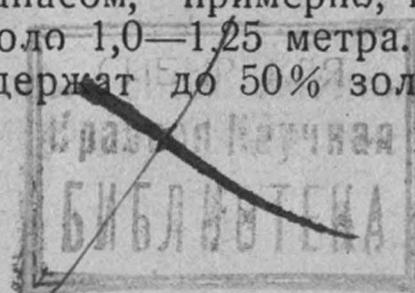
выход дегтя „ 14 „ 16%

Кукерсит здесь разрабатывается для исследования и в недалеком будущем предполагается открыть завод для их полукоксования.

Имеется три пласта общей мощностью от 0,60 до 0,75 метра.

Затем, в этой же области обнаружены **горючие сланцы в Гдовском уезде**, с запасом, примерно, в 300 милл. тн., с мощностью пласта около 1,0—1,25 метра.

Эти сланцы содержат до 50% золы и дают выход дегтя до 37%.



Вторым весьма важным **районом**, где встречаются горючие сланцы, является **Поволжье**, где в Ульяновском (Симбирском) районе ведется разработка горючих сланцев для Осташковского сланцеперегонного завода, на котором из дегтя получается ихтиол (лекарство).

Эти сланцы содержат летучих от 15 до 40% и золы от 40 до 70%; выход дегтя около 7%.

Третье важное месторождение горючих сланцев в Европейской части СССР это—**Общий Сырт** (Средне-Волжская область), где общий запас горючего сланца Покровско-Сергиевского месторождения определяется, приблизительно, в 6 миллиардов тонн.

Качество этих сланцев различно: есть сланцы, содержащие 13,1% летучих и 67,3% золы, но есть и такие, которые содержат летучих до 49,5% и золы до 27,8%.

Наконец, имеется крупное месторождение горючих сланцев и в Азиатской части СССР, по соседству с Сибирью—в Казакстане: это **Кендерлыкское месторождение** в 40 км. от г. Зайсана, Семипалатинского округа. Общий запас горючих сланцев на глубину до 200 метров определяется в 80 миллионов тонн.

Сланцы эти разрабатывались с 1920 г. и из них получали первичный деготь, который шел, главным образом, как лекарство против чесотки животных. Кроме того, сланцы шли как топливо для русских печей.

Качество этих сланцев таково:

б/Хахловская копь:	летучих	от 16,79	до 36,16%
	золы	„ 46,14	„ 59,75 „
б/Собачкинская „	летучих	„ 23,20	„ 29,73 „
	золы	„ 50,28	„ 53,09 „
б/Титовская „	летучих	„ 22,73	„ 35,89 „
(прежняя разработка для получения дегтя)	золы	„ 40,98	„ 57,93 „

При сухой перегонке этих сланцев мною было получено дегтя от 6,0 до 9,4% от веса сланцев.

При разгонке этот деготь дает в среднем:

бензина с температурой кипения до 150°	—11%	от веса дегтя
керосина	„ 150—220°	—29% „ „
„ „	„ 220—300°	—30% „ „

около 30 проц. остатка.

На этом и закончим обзор сырья для полукоксования в Европейской части СССР; отметим только, что у нас

есть еще не мало месторождений горючих сланцев, но все они очень слабо изучены как в отношении запасов, так и в отношении качества их.

VI. Сапропелиты Сибири

По имеющимся сейчас данным, Сибирь является наиболее богатой сапропелитами частью СССР: в одном лишь Кузнецком бассейне предполагается запас этих углей в 125 миллиардов тонн.

В только что напечатанной работе «Новые данные о сапропелитах»,—проф. М. К. Коровин определяет возможный запас сапропелитов в Иркутском угленосном бассейне в 10 миллиардов тонн

Эти числа заставляют обратить на себя внимание и мы должны посмотреть, не следует ли использовать сибирские сапропелиты для получения тех или иных ценных продуктов?

Мы несколько подробнее рассмотрим сибирские сапропелиты и начнем с Иркутского района.

В Иркутском бассейне геологи уже давно находили сапропелевые угли, но до 1919 года им не уделялось почти никакого внимания.

С этого времени начались детальные геологические разведки и угли исследовались на содержание золы, летучих, выход и качество дегтя.

Особенное внимание было уделено богхедам Тулунского округа, где в районе с. Хахарей имеется месторождение сапропелитов.

Разведки и анализы 1927 и 28 г. показали, что здесь имеются и богхеды, содержащие летучих до 80 проц. и золы от 7 проц. и горючие сланцы, содержащие летучих 36 проц., а золы 44 проц.; выход дегтя для первого—до 48 проц. и для второго—10 проц.

Если взять среднюю пробу от всех пачек пласта, т.-е. и богхеды, и сланцы, то летучих будет 44,26 проц., а золы 28,96 проц. Выход первичного дегтя в этом случае получается 13,5 проц.

Это наиболее важный **Родниковый пласт** Хахарейского месторождения богхедов. Возможный общий запас богхедов Хахарейского месторождения сейчас определяется в 0,5 миллиардов тонн.

В этом же Иркутском бассейне имеется ряд других месторождений богхедов и горючих сланцев, находящихся на правом берегу р. Ангары, близь гор. Иркутска.

Все эти месторождения носят общее название **Заангарских**, но из них особо приходится выделить **Матаганское месторождение**.

Богхеды этого месторождения исследовались в Иркутске химиком В. А. Блохиным; качество богхедов оказалось следующее:

летучих от 71,27 проц. до 75,25 проц.
 золы „ 10,60 „ „ 12,03 „
 выход дегтя „ 38 „ „ „ „

Общий возможный запас сапропелитов Заангарья сейчас определяется в 2,5 миллиард. тн.

Сапропелиты Тыреть-Зиминского района. Проф. М. К. Коровин в работе „Новые данные о сапропелитах Восточной Сибири“ указывает ряд новых, малоизвестных месторождений сапропелитов вдоль линии Сибирской дороги, выделяя особенно район ст. Тыреть, Томской ж. д.

В этом районе он отмечает месторождения: Николаевское, Тарасовское и Зоринское.

Богхеды этих месторождений исследовались проф. Томского Технологического Института И. В. Геблером и показали следующие качества:

Таблица 4.

Название	Золы	Летучих	Выход дегтя
Щелкуновский богхед	5,54%	52,89%	26,9%
Касьяновский „	4,36%	71,17%	44,6%
Николаевский „	8,85%	59,20%	29,2%
Артемовский сланец	50,47%	36,76%	20,2%

Деготь Касьяновского богхеда был разогнан на фракции, выхода которых получились следующие:

До —170° (бензин) — 8,82 проц. от дегтя
 170—220° (керосин) —15,83 „ „ „
 220—320° („) —56,27 „ „ „

Угли Черембасса. Особенно интересным оказывается, однако, Черемховский район.

Более детальные исследования **Рабочего пласта** показали, что Рабочий пласт всех Черемховских копей может дать хорошее сырье для полукоксования.

Оказывается, что в Рабочем пласте имеются пачки сапропелевых или близких к ним углей; эти пачки сейчас

или выбрасываются, как порода, или идут вместе с рядовым углем, или, наконец, совсем не разрабатываются как, например, Зумпфовый пласт.

Исследованием этих углей сейчас заняты: в Томске—проф. И. В. Геблер, а в Москве—проф. Г. Л. Стадников и проф. Н. М. Караваев.

Исследования полностью еще не закончены, но они показывают, что **Черемховские угли очень ценны, как сырье для химической промышленности.**

По исследованиям проф. Стадникова и Геблера, выход дегтя из Черемховских углей таков:

Зумпфовый пласт	от 13,1 проц.	до 16,4 проц.
Рабочий пласт	6,3	14,2
Угли всех пачек	9,5	„

К сожалению, мы сейчас еще не имеем более подробных анализов дегтя, но имеющиеся данные уже позволяют совершенно определенно ставить вопрос об организации в районе Черемхово производства жидкого топлива из углей и сапропелитов Черембасса.

Сапропелиты и угли Кузнецкого бассейна. В отношении получения жидких горючих из углей и сапропелитов, исключительное внимание привлекает сейчас Кузнецкий бассейн.

Да и не удивительно! Во-первых, здесь предполагаются громадные запасы сапропелевых углей (до 125 млрд. тонн), во вторых,—качество этих сапропелитов исключительно высокое и, в-третьих, Ленинские угли также оказываются весьма пригодными для полукоксования.

Рассмотрение сырья для полукоксования в Кузнецком бассейне мы и начнем с Ленинских углей.

Ленинские угли. Угли Ленинского месторождения исследуются в Москве проф. Н. М. Караваевым. Исследования эти показали следующие качества углей:

Таблица 5.

П л а с т	З о л ы	Легучих	Выход дегтя
Болдыревский	2,0— 7,4%	31,7—41,3%	15,16—16, 6%
Майеровский	3,0— 7,0%	33,2—42,7%	15,73—16,16%
Серебренниковский	2,8—10,0%	32,3—41,4%	15,35—16,03%
Журинский	2,0— 7,6%	32,7—44,4%	13,54—14,63%

Таким образом, средний выход первичного дегтя из всех пластов углей Ленинского района можно принять в 15 процентов.

Если мы примем во внимание, что за границей сейчас подвергают полукоксованию угли с выходом дегтя в 4-8 проц. от угля, то в высоком качестве Ленинских углей не может быть никакого сомнения.

Разгонка полученного дегтя на фракции дала следующие результаты:

Таблица 6.
(По Н. М. Караваеву)

Смола, полученная от угля	Выхода фракций				
	До 150° бензин	До 230° К е р о с и н	До 270°	До 340°	Остаток
Болдыревского пласта ш. Емельяновская .	6,06%	15,19%	36,99%		38,06%
Майеровский пласт .	6,33%	12,01%	22,50%	24,52%	32,04%
Журинский пласт шахта Ленинская .	6,35%	15,41%	19,96%	26,31%	30,41%

Как видим, выход легких масел (бензина) с температурой кипения до 150° достигает 6 проц. от дегтя и выход керосинов с температурой кипения от 150° до 340°— до 61 проц., иначе говоря, лишь 1/3 всего дегтя является остатком, непригодным для сжигания в двигателях внутреннего сгорания, но зато этот остаток содержит много парафина.

Барзасские сапропелиты. Теперь перейдем к рассмотрению сапропелитов, коренные месторождения которых летом 1929 г. открыты геологами С. В. Кумпаном и В. А. Орестовым.

Так как Барзасские сапропелиты привлекают сейчас общее внимание, то мы подробнее опишем как самые месторождения, так и сапропелиты и получающиеся из них продукты.

Барзасские сапропелиты получили название от р. Барзасс (правого притока реки Томи), в районе которого и найдены месторождения этих сапропелитов.

Впервые куски сапропелита в этом районе были найдены в 1914 году геологами А. А. Снятковым и В. С. Панкратовым, среди галечника на берегах р. Томи. Впоследствии эти угли были названы „томитами“.

Анализ показал, что томит содержит 89,28 проц. летучих веществ и 6,78 проц. кокса.

При сухой перегонке образец томита перегонялся нацело, оставляя только золу.

Конечно, нельзя было не заинтересоваться таким углем, и в последующие годы геологи, работавшие в Кузнецком бассейне, усиленно искали коренные месторождения сапропелита, но поиски оказались безуспешными.

Летом 1926 г. С. В. Кумпану в районе реки Барзасса удалось найти много кусков сапропелита, но коренные месторождения еще не были обнаружены.

То же самое повторилось и в 1927 г. и **только летом 1929 г. В. А. Орестову, под общим руководством С. В. Кумпана*)** посчастливилось открыть коренные месторождения Барзасских сапропелитов.

Открыто было 4 месторождения—3 угольных и 1—горючих сланцев: **1-е Камжальское**, с мощностью пластов в 0,1 метра; **2-е Устюжанинское**, где общая мощность пласта равна 1,3 метра, и—**3-е Дедушкино** с пластом мощностью около 2 метров и 4-е—горючих сланцев у поселка **Димитриевского**.

Сейчас производится разведка 2-го и 3-го месторождений, все время посылаются пробы сапропелита в Томск и Москву для исследования и наработывается уголь для опытов в ползаводской установке.

По внешнему виду Барзасские сапропелиты 3-го месторождения похожи на хорошо спрессованные узкие листья растений. На самом деле это и есть растения—водоросли, которые упали на дно водоема, где частично разложились, а потом и спрессовались.

Сапропелиты 2-го месторождения более плотные и похожи на затвердевшую смолу или на сильно смолистый уголь.

Исследования Барзасских сапропелитов производятся: в Томске проф. И. В. Геблером, в Москве проф. Н. М. Караваевым и в Ленинграде химиком Н. А. Орловым*).

*) При деятельной материальной поддержке правления треста „Сибуголь“.

В настоящее время все разведки и исследования сапропелитов Сибири производятся по заданию и на средства Сибугля.

Анализы Барзасских сапропелитов показали следующий состав (по Геблеру):

Таблица 7.

Месторождение	Зола	Летучих	Выход дегтя
Третье	31,20%	47,79%	19,3%
Второе	21,33 „	63,20 „	37,5 „

При разгонке дегтя на фракции проф. Геблер получил следующие выхода чистых, годных для реализации, продуктов:

Бензин до 160°	4,1% от угля
Керосин 160-300°	7,8 „
Креозотовое масло	3,0 „
Парафин	0,8 „
Полугудрон	6,3 „

При пересчете на 1 тонну угля, выход главнейших продуктов будет следующий:

Бензина	41 кгр.	с 1 тн. угля и
керосина	78 „	с 1 „ „

Из приведенных данных мы видим, что при разгонке дегтя на фракции получается много полугудрона, иначе говоря, тяжелых масел, между тем, наиболее ценными продуктами являются легкие масла: бензин и керосин.

Было бы очень хорошо, если бы удалось тяжелые масла превратить в легкие.

Способы для такого превращения тяжелых масел в легкие имеются и они носят название „крэкинга“.

Превращение тяжелых масел в легкие производится обычно при высоком давлении и высокой температуре.

Проф. Караваев подверг крэкингу тяжелые масла по способу академика Вл. Н. Ипатьева: тяжелые масла нагревались в течение 4 часов при температуре 415-425° и давлении водорода около 70 атмосфер. Однако, во время крэкинга давление увеличивалось и до 200 атмосфер.

Вот при таких условиях около 40% тяжелого масла и превращается в бензин и керосин.

Таким образом, путем крэкинга выход бензина и керосина из Барзасских сапропелитов может быть еще увеличен.

VII. Что может дать Сибири полукоксование

В главе 1-й было показано, какое значение в жизни человека имеет сейчас жидкое горючее вещество: оно нужно для таких машин, без которых сейчас нельзя уже и представить себе человеческое общество.

Сибирь также обогащается машинами, требующими жидкого горючего и уже в ближайшие годы этих продуктов потребуются большое количество.

Так, по данным Сибплана, для тракторов и автотранспорта Сибири потребуется следующее количество нефтепродуктов (в тн.):

Таблица 8.

Г о д ы:	Бензин	Керосин	Масел	В с е г о
1932-33	147.000	1.015.000	105.000	1.267.000
1937-38	386.000	1.200.000	135.000	1.721.000

Но ведь в Сибири нет своей нефти, стало-быть, и нефтепродукты должны быть доставлены за несколько тысяч километров, а именно:

Таблица 9.

Пункт назначения	Пункт отправки	
	Баку и Грозный	Эмба
Омск	1719	2638
Новосибирск	2428	3264
Барнаул	2651	3492
Красноярск	3185	4026
Иркутск	4273	5114

Этот путь мы считаем только от Самары, предполагая, что в Самару нефтепродукты будут доставлены водным путем.

Если же доставку нефтепродуктов считать прямо от мест добычи, то для Баку нужно к приведенным числам прибавлять еще по 2803 км. и для Грозного по 2335 км.

Нефтепродукты доставляются в цистернах и для того, чтобы перевезти указанное в таблице 8-й количество нефтепродуктов

в 1932-33 г. нужно 97.500 цистерн и
 „ 1937-38 г. „ 132.000 „

В пересчете на поезда, полагая, что поезд будет состоять из 50 цистерн и что нефтепродукты в Сибирь будут доставляться равномерно в течение всего года, потребуется **ежедневно поездов**, состоящих исключительно из одних цистерн:

в 1932-33 г. 5

„ 1937 38 г. 7, да такое же количество обратно с пустыми цистернами.

Эти подсчеты показывают, что Сибирь должна обеспечить себя своими нефтепродуктами, а это сейчас можно сделать путем организации производства по полукоксованию сапропелитов Сибири, а также ленинских и черемховских углей.

Пятилетним планом Сибугля предусматривается добыча для полукоксования сапропелитов и богхедов в следующих районах:

(Тыс. тн.)

Таблица 10.

Р а й о н ы	1931-32 г.	1932-33 г.
Кемеровский	100	600
Абашевский	150	400
Черемховский	250	1000
	500	2000

Это количество сапропелитов даст:

Таблица 11-я

	1931-32 год	1932-33 год
Бензина около	20.000 тонн	80.000 тонн
Керосина	39.000 „	156.000 „
В с е г о .	59.000 тонн	236.000 тонн

Но если принять во внимание, что путем крекинга и гидрирования (присоединение водорода) можно значительно повысить выход легких масел, то без особой ошибки мы можем увеличить общее количество бензина и керосина в два раза; иначе говоря, развертывая только в таком объеме полукоксование, Сибирь может обеспечить себя легкими маслами в 1932-33 г. на 40 проц.

Но при полукоксовании получают еще газ и полукокс.

Оба эти продукта являются прекрасным горючим материалом и они могут быть использованы именно как горючие: газ будет целесообразно использовать на кирпичных, стекольных и фарфоро-фаянсовых заводах, а полукокс пойдет для электростанций.

Так и предполагается использовать эти продукты в действительности.

Кроме того, как газ, так и полукокс пойдут для бытовых нужд: в дома будет проведен газ, которым и можно будет пользоваться для нагревания воды, пищи, для приготовления пищи.

При правильном использовании газ—это самое удобное горючее вещество для бытовых нужд.

Удобен также и полукокс, как бездымное топливо, но его лучше сжигать на электростанциях в пылевидном состоянии.

При решении вопроса об использовании сапропелевых углей, особенно горючих сланцев, необходимо еще принимать во внимание и золу, которой во многих сапропелитах содержится значительный процент.

Зола всегда является тяжелым балластом в топливе, а при полукоксовании сапропелитов особенно.

Но так как в большинстве случаев в состав золы входит глина, песок и известняк, то она может оказаться пригодной для цементного производства.

Так, например, в Эстонии полукокс сжигают в пылевидном состоянии, а из золы готовят хороший цемент.

Таким образом, в конечном счете, при полукоксовании можно будет использовать решительно все и это будет самое правильное производство: никаких отходов, никаких потерь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обзор главнейших месторождений углей и горючих сланцев СССР. Изд. Гл. Г. Р. У. Ленинград 1930 г.
2. **Ф. Фишер**. Превращение углей в жидкое топливо. Издание Совета Нефтяной промышленности. Москва—Ленинград 1926 г.
3. **М. К. Коровин**, проф. Новые данные о сапропелитах Восточной Сибири. Издание Сибугля 1930 г.
4. **И. В. Геблер**, проф. К характеристике богхедов и битуминозных сланцев Иркутского угленосного бассейна. Изд. Сибугля 1930 г.
5. **М. В. Вологдин**. Кендерлыкская проблема (рукопись).
6. **И. В. Геблер**, проф. Исследование перегонкою Барзасских сапропелитов.
7. **Н. М. Караваев**, проф. Сапропелиты с р. Барзасс, Кузн. бас-на.
8. **А. Н. Розанов**. Горючие сланцы Европейской части СССР. Изд. Геолкома. Ленинград 1927 г.
9. **М. Г. Окнов**, доц. Топливо и его сжигание. Изд. Кубуч. Ленинград 1929 г.
10. **В. С. Григорьев**. Отчет о летней практике на Осташковском сапропель-сланце-перегонном заводе. 1924 г. (Рукопись).
11. Д-р **В. Шейтхауэр**. Буроугольные и сланцевые смолы, их получение и переработка. Перевод с немецкого Н. В. Вальгис. 1921 г.
12. **Г. И. Булгаков**, инж.-техн. Коксование и полукоксование в Германии. Изд. журн. „Уголь и Железо“. Харьков 1927 г.
13. **Н. М. Караваев** и **И. Б. Рапопорт**. К вопросу маркировки углей Кузнецкого бассейна. Изд. Теплотехнич. Ин-та. Москва 1929 г.
14. **И. И. Елин**, инж. Переработка нефти. Изд. 1926 г.
15. **Н. Н. Орлов**, проф. Технология органических производств. Вып. 1. Сухая перегонка дерева. Киев 1928 г.
16. **П. И. Шестаков**, проф. Краткий курс лекций по производству светильных газов и технологии нефти, жиров и масел.

17. **Ю. А. Жемчужников и К. Д. Егоров.** Результаты разведочных работ на богхеды и горючие сланцы в Хахарейском месторождении, Тулунского округа, за 1921 г. Изд. Геолкома, Ленинград 1928 г.

18. **В. А. Блохин.** Иркутский богхед и его роль в химической промышленности. Изд. Иркутского Губ. отд. Авиохима. Иркутск 1925 г.

19. **В. П. Нехорошев.** Кендерлыкское каменноугольное месторождение. Изд. Геолкома. Ленинград 1928 г.

20. **М. В. Вологдин.** Кендерлыкские горючие сланцы и сланцевая смола. Записки Семипалатинск. отд. Геогр. О-ва вып. XVII, ч. 1-я.

21. **В. П. Нехорошев.** Уголь и сланцы Кендерлыкского месторождения. Отчет, рукопись.

22. **Д. П. Коновалов,** акад. Материалы и процессы химической технологии. Изд. Ленинград 1924 г.

23. **А. А. Калачев,** проф. Материаловедение. Изд. 1926 г.

24. **Р. Вейсгербер.** Химическая технология каменноугольного дегтя. Изд. Москва ВТУ. Москва 1929 г.

25. **К. Эллиот.** Перегонка на практике. Перевод И. И. Коган. Ленинград 1929 г.

26. **Вл. Вильямс,** проф. Нефть, ее происхождение, свойства, добыча и переработка.

27. **Э. Данат,** проф, и д-р **А. Лисснер.** Ископаемые угли, как материал для получения нефтяных продуктов. Перевод с немецкого И. И. Криштофович. Владивосток 1923 г.

28. **Н. М. Караваев и И. Б. Рапопорт.** Ископаемые угли Кузнецкого бассейна. Изд. Теплотехнического Ин-та. Москва 1930 г.

