

6
А-2

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР
ТОМСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ имени С. М. КИРОВА

На правах рукописи

Кафедра химической технологии топлива

Аспирант Н. М. СМОЛЬЯНИНОВА

**ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДНЕТЕМПЕРАТУРНОГО
КОКСОВАНИЯ ГАЗОВЫХ УГЛЕЙ
КУЗНЕЦКОГО БАССЕЙНА**

Автореферат

*диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук*

Работа выполнена под руководством заслуженного деятеля
науки и техники профессора-доктора И. В. Геблера

Томск—1954

Коксо-химическая промышленность занимает в нашем народном хозяйстве одно из ведущих мест. Директивами XIX съезда партии по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951—55 гг. предусматривается увеличить в пятой пятилетке, по сравнению с четвертой пятилеткой, ввод в действие производственных мощностей по коксу на 80%.

Химико-технологическая переработка каменных углей долгое время была связана почти исключительно с металлургической промышленностью. В настоящее время появилась потребность в твердом топливе, подобном коксу, и в жидких продуктах термической переработки угля у ряда новых производств, а существующие коксо-химические заводы, производящие почти исключительно металлургический кокс, не в состоянии удовлетворить все запросы.

Производство неметаллургического кокса с одновременным извлечением химических продуктов может быть осуществлено как методом высокотемпературного коксования (1000—1100°), так и методом среднетемпературного коксования (700°).

Но коксование при средних температурах может решить вопрос как о производстве неметаллургического кокса, так и о повышении, по сравнению с высокотемпературным коксованием, выходов жидких продуктов.

Применением среднетемпературного коксования в значительной мере расширяется сырьевая база коксо-химической промышленности. Газовые угли, составляющие в СССР большую долю всех его геологических ресурсов каменных углей, а также недефицитные тощие угли должны, по всей вероятности, явиться прекрасным сырьем для коксования при средних температурах.

Кроме того, среднетемпературное коксование позволит более полно решить задачу комплексного использования всех углей, так или иначе используемых в промышленности и в быту, тогда как в настоящее время даже высокоценные угли нередко используются не по назначению и без извлечения из них ценных химических продуктов.

Среднетемпературная смола явится источником для получения высокоценных дефицитных фенолов (для производства пластмасс) и ряда других ценных продуктов (моторные топ-

72475

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА

лива, лекарственные вещества и красители, пек, средства для борьбы с сорняками и др.).

Среднетемпературный кокс даст бездымное домашнее и котельное топливо или генераторное топливо. Есть основания полагать, что он в некоторых случаях может быть применен и для металлургических целей.

Среднетемпературному коксованию уделялось внимание в Советском Союзе (работы С. Г. Аронова, Г. И. Дешалита, Л. М. Майера, Н. А. Никольского и др.), а также за границей.

Но несмотря на ряд исследований среднетемпературного коксования, показавших его преимущества как с точки зрения качества твердого остатка (против полукоксования), так и с точки зрения повышения выходов и качества жидких продуктов (против коксования), остается ряд невыясненных вопросов.

Проведенные работы по среднетемпературному коксованию (в СССР) касались только газовых углей Донбасса.

Почти все опыты по среднетемпературному коксованию проводились с добавками к исходному углю (исследования по этому вопросу относились, главным образом, к переработке газовых углей) специальных отошающих добавок, которые в большинстве своем готовились искусственно (полукоксованием или окислением при повышенных температурах).

В имеющихся исследованиях слабо освещены вопросы выбора оптимальных температур процесса, вопросы об усадке и изменении пластических свойств шихты при различных режимах нагрева.

Исходя из этого, нами было выполнено исследование по изучению среднетемпературного коксования газовых углей Кузбасса:

I.

Особенный интерес для целей среднетемпературного коксования представляют газовые угли Кузнецкого бассейна, имеющие до сего времени ограниченное применение вследствие низкого качества получаемого из них кокса, что зависит от свойств этого угля и особенностей его поведения при термическом превращении.

По вопросу о путях уменьшения трещиноватости большинство исследователей пришло к выводу, что для получения качественного кокса необходимо к газовым углям добавлять ото-

шающую присадку либо в виде инертного, неразмягчающегося при коксовании материала (коксовая пыль, антрацит, фюзен, полукокс), либо в виде плохо размягчающихся углей, например, типа паровично-спекающихся.

Особенно интересных результатов следует, повидимому, ожидать от добавки углей марки ПС к газовым углям, на что указывают многие исследователи (Б. А. Онусайтис, Н. С. Грязнов, П. Ф. Володин и др.).

Добавка угля ПС благотворно отразится как на характере выделения летучих (за счет снижения их содержания в шихте), так и на динамике усадки, вследствие большей термической стойкости продуктов разложения угля ПС.

К этому интересно было бы присоединить исследование действия таких добавок, как слабо спекающийся уголь Киселевского месторождения Кузбасса. Этот уголь обладает высоким выходом летучих. Он может оказывать отошающее действие, но не должен снижать выход жидких продуктов.

Другим путем для улучшения качества кокса из газовых углей является понижение температуры коксования. Это обеспечит более спокойное и равномерное газовыделение за весь период коксования и уменьшит динамику усадки (вследствие снижения скорости нагрева). К тому же газовые угли вообще нерационально коксовать при температурах выше 750° , ибо, как показали исследования Б. А. Онусайтиса и Н. П. Юрьевской, образование тонкой структуры кокса у газовых углей заканчивается уже при 750° , в то время как у коксовых — только при 900° . Отсюда понятно, какую перспективу открывает применение газовых углей именно для целей среднетемпературного коксования.

Нужно отметить, что вопрос о влиянии температуры на процесс коксования изучен еще недостаточно. Особенно следует подчеркнуть малую изученность совместного влияния двух факторов — температуры и добавок.

Для исследования были взяты в качестве основного объекта газовые угли Ленинского месторождения Кузбасса шахты им. Кирова (Г2).

В качестве добавок были испытаны:

1) присадочный уголь технологической группы ТС шахты «Физкультурник» Анжерского месторождения Кузбасса;

2) слабо спекающийся уголь из группы СС маркировки энергетических углей Кузбасса, шахты № 3, пласта 3-го Внутреннего Киселевского месторождения.

Геологические запасы этих углей, особенно газовых, в Кузбассе велики. Они относятся к углям «второго сорта» (с точки зрения пригодности для коксования) и пока еще не нашли достаточно широкого применения в коксо-химической промышленности.

II.

Так как коксующая способность угля, то есть способность его давать кусковой кокс с требуемыми качествами, зависит прежде всего от поведения угля в пластическом состоянии, то определение некоторых параметров угольного расплава имеет значение одного из факторов коксующести.

Для определения этих параметров нами был использован метод И. В. Геблера, как наиболее простой и быстрый и в то же время дающий достаточно надежные и характерные данные. Качество угольного расплава определяется по этому методу количеством песка, связавшегося размягченной угольной массой при 800° , и характеризуется т. н. «числами мягкости» — M .

Нормальная коксовая шихта должна иметь числа мягкости порядка 60—80.

С точки зрения среднетемпературного коксования представляется крайне интересным исследовать изменение пластических свойств в зависимости от температуры, особенно при снижении последней.

Данные основных экспериментов представлены в таблице 1.

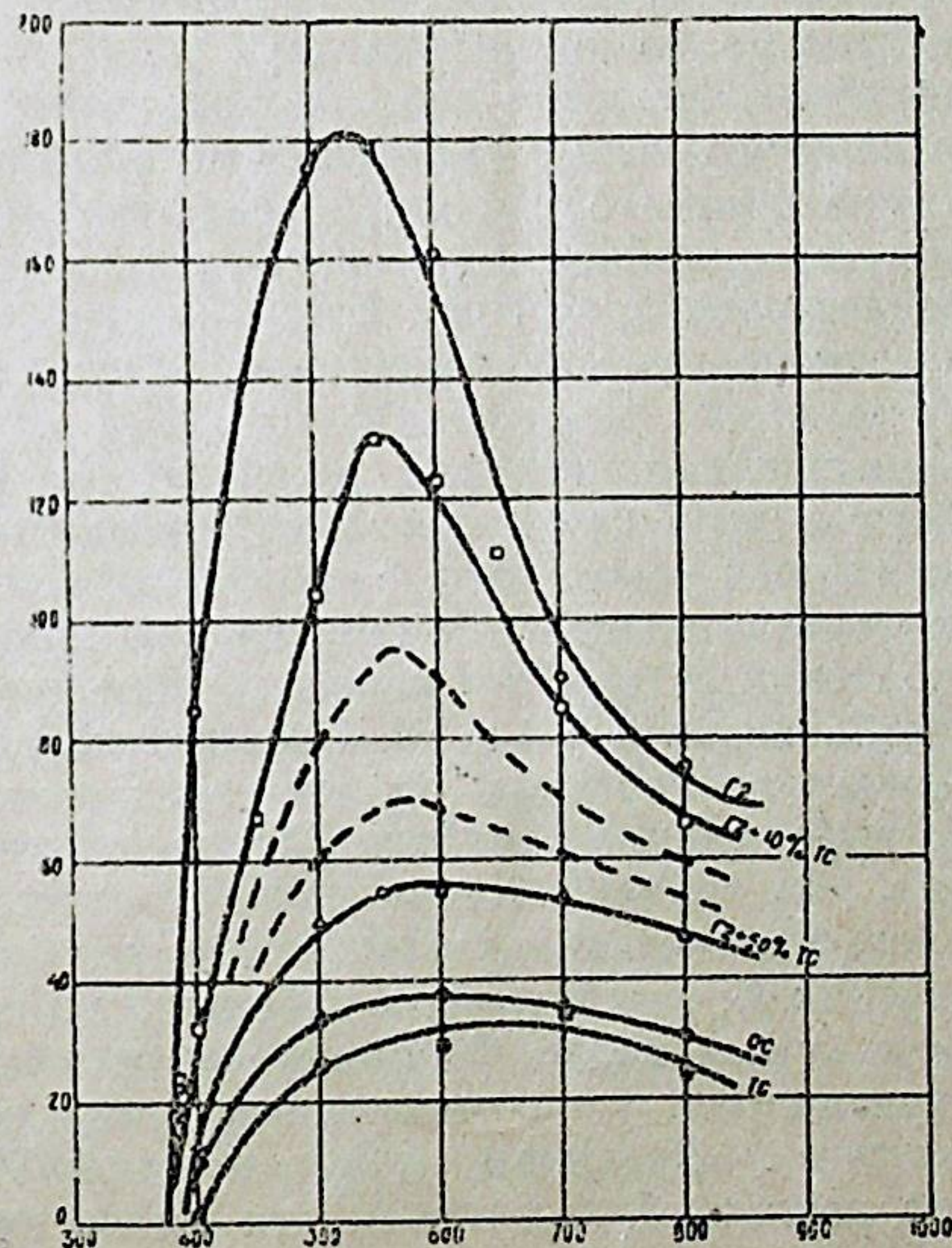
Таблица 1

№№ п.п.	Т°С	Время мин.	Средние числа мягкости для углей и смесей				
			100% Г2	70% Г2 + 10% ТС	50% Г2 + 50% ТС	100% ТС	100% СС
1	350	25,0	—	0	—	—	—
2	380	23,0	18	—	—	—	—
3	385	22,5	23	24	—	—	—
4	400	20,0	85	32	13	0	10
5	450	16,3	—	67	—	—	—
6	500	13,6	175	104	50	26	33
7	550	11,8	179	130	55	—	—
8	600	10,2	161	123	55	29	37
9	650	8,9	—	110	—	—	—
10	700	7,6	90	85	54	34	35
11	800	5,0	75	66	47	24	30

По этим данным построен график фиг. 1.

График показывает, что все испытанные угли и их смеси дают характерную картину зависимости чисел мягкости от температуры.

Экстраполяция кривых до $M = 0$ (слева от максимума) дает представление о температуре начала размягчения угля. Характер кривых может быть объяснен, по нашему мнению, взаимодействием первичных реакций разложения угольного ве-



Фиг. 1. Изменение чисел мягкости M с температурой.

щества, усиливающихся с ростом температуры (повышение M до максимума) с конкурирующим значением реакций уплотнения, конденсации и пр., быстрее протекающих в угольном расплаве при температуре выше максимума.

Угол наклона ветвей кривых может дать, как мы думаем, представление о термостойкости вещества угля (левая часть кривой до максимума) и о термостойкости продуктов угольного расплава (кривая после максимума). Это может быть кон-

кретизировано через показатель термостойкости в виде повышения (термостойкость угля) или снижения (термостойкость расплава угля) единиц M на единицу температуры в пределах температур от начала размягчения до максимума и от максимума до 800° . Эти данные устанавливают значительное различие термостойкости для разных углей. Причем термостойкость смесей Г2 с ТС резко отличается от линии аддитивности, что может быть объяснено только химическим взаимодействием продуктов разложения этих двух углей.

Испытано также действие добавок коксовой пыли на числа мягкости газового угля, показавшее, что в этом случае не происходит (при общем снижении чисел мягкости) заметного увеличения термостойкости смеси. Это подтверждает высказанное предположение, так как кокс при его нагревании не дает практически продуктов разложения, могущих взаимодействовать с продуктами разложения угля. Тем не менее, кокс не является совершенно инертной добавкой, так как его отошающее действие, выражающееся в определенном снижении чисел мягкости смеси угля и кокса, проявляется неравномерно. Кокс оказывает наименьшее отошающее действие в пределах максимума значений M данного угля, что совершенно отличается от действия добавки угля ТС к Г2. Отошающее действие угля ТС с повышением температуры падает равномерно.

Опыты по определению свойств расплава смеси угля Г2 с СС показали, что «приемистость» ленинского угля к СС намного хуже, чем к анжерским углям, что может быть объяснено, с точки зрения Б. А. Онусайтиса, большим значением для спекания смеси углей хорошей смачиваемости поверхности плохо размягчающегося угля ожигенным слоем хорошо размягчающегося угля. Очевидно, что для углей ТС и СС мы имеем пример различной смачиваемости их зерен расплавом газового угля.

Вышеописанные эксперименты показали, что:

- 1) добавка к ленинскому газовому углю угля анжерского (ТС) намного улучшает качество угольного расплава;
- 2) для получения шихты с оптимальными числами мягкости по И. В. Геблеру (60—80) необходимо добавить в шихту от 10 до 50% угля ТС;
- 3) эта же добавка повышает термическую стойкость угольного расплава (наклон кривой после максимума). Это, по нашему мнению, должно благоприятно отразиться на трещиноватости кокса, так как многие исследователи считают малую

термическую стойкость газовых углей одной из косвенных причин большой трещиноватости получаемого из них кокса. И в этом случае оптимальное количество добавки угля ТС составляет от 10 до 50%, ибо добавка 10% ТС еще мало повышает термическую стойкость смеси, а добавка более 50% уже более не повышает ее.

III.

При коксовании угля происходит усадка коксовой массы, сопровождающаяся появлением трещин в массиве коксового пирога. Особенное значение для проведения процесса коксования в промышленных масштабах имеет поперечная усадка и компактность коксового пирога. Поэтому возможность выдачи кокса из печи должна определяться совокупным действием этих факторов.

В настоящее время не существует лабораторного метода, оценивающего процессы усадки во взаимодействии сокращения объема кокса за счет потери летучих и уплотнения вещества кокса и увеличения объема пирога за счет развития трещин (объема пустот). Между тем, этот вопрос уже затрагивался П. Ф. Володиным, поставившим на основании своего исследования по объему пустот задачу по созданию лабораторного прибора, в котором можно было бы определить этот объем.

Нами сделана попытка представить такой, достаточно простой прибор, пользуясь которым, можно было бы в лабораторных условиях сделать некоторые выводы, касающиеся усадочных явлений при коксовании.

Уголь в количестве 100 г загружается в стальной стакан со сплошным вставным дном. Сверху помещается груз, создающий давление в $0,1 \text{ кг/см}^2$. В центр загрузки помещается термopара в чехле. Прибор ставится в разогретую до нужной температуры тигельную печь с терморегулятором. Обогрев стенки обеспечивает направление встречных потоков тепла от нагретой стенки к центру угольной загрузки. Удаление летучих продуктов происходит только через верх стакана.

Легкость и возможность выдачи кокса в таком приборе может быть оценена уже визуально. Непосредственное измерение геометрических размеров королька определяет объем королька, а также вертикальную и поперечную усадки. При одновременном определении кажущегося удельного веса это

дает возможность подойти к определению объема пустот в коксовом корольке.

Кроме того, может быть подсчитано количество отдельных частей в каждом коксовом корольке, определены истинный удельный вес, пористость и механическая прочность по видоизмененному методу К. И. Сыскова.

Фиксирование температуры центра загрузки во времени (при постоянной температуре печи) дает возможность оценить тепловой режим при различных условиях коксования.

В этом приборе нами были проделаны следующие опыты:

1) изучение влияния температуры коксования на усадку и качество кокса из ленинского газового угля Г2 в чистом виде и с добавлением углей ТС и СС;

2) изучение влияния на те же параметры количества вышеуказанных добавок.

Эти опыты показали, что объемы получаемых корольков для всех испытанных углей и их смесей постепенно уменьшаются до минимальной величины, а затем снова начинают увеличиваться, причем минимальное значение объема королька соответствует для разных углей и их смесей различным температурам. Так, для угля Г2 минимум находится при 700—750°, для смеси Г2 с 30% ТС — при 850°, а для смеси Г2 с 30% СС — при 800°.

Увеличение количества углей ТС и СС смеси с газовым уменьшает объем королька.

Объем королька тесно связан с поперечной и вертикальной усадками этого королька. Как показали опыты, поперечная усадка при повышении температуры с 500 до 600—650° для всех испытанных шихт остается почти постоянной, затем повышается до максимума, имеющего место при 800°, и начинает снижаться. Вертикальная усадка по характеру заметно отличается от поперечной и в ряде случаев может иметь «отрицательное» значение, т. е. коксовый корольек имеет большую высоту, чем угольная загрузка (это имеет место для угля Г2 при температуре ниже 650° и для смеси его с 30% ТС при 550°). Вертикальная усадка сильно растет с повышением температуры и при 775—850° достигает максимума. Таким образом, максимумы усадок и минимумы объемов корольков тесно связаны.

При увеличении количества углей ТС и СС в смеси их с Г2 как поперечная, так и вертикальная усадки увеличиваются.

Объем пустот в коксовых корольках увеличивается с температурой и уменьшается с увеличением количества добавок ТС и СС.

С увеличением температуры растет количество отдельных частей коксовых корольков и особенно сильно для чистого газового угля (так, количество отдельных частей для угля Г2 повысилось при повышении температуры с 500° до 900° в 6 раз). Причем рост количества отдельных частей происходит пропорционально увеличению объема пустот. Этого нельзя сказать при рассмотрении зависимости количества отдельных частей от состава шихт.

Таким образом, с точки зрения усадочных явлений оптимальные температуры лежат именно в пределах средних температур — 750—850°, хотя для шихты из 70% Г2 и 30% ТС уже при 700° объем королька меньше, чем минимальный его объем для чистого Г2.

Оптимальное количество добавки угля ТС должно быть порядка 30%, ибо прибавка большего количества угля почти не оказывает влияния ни на уменьшение объема королька (как при 900°, так и при 700°), ни на поперечную усадку, ни на количество отдельных частей. Добавка же угля ТС в количестве 20% оказывает еще малое положительное влияние.

Кажущийся удельный вес среднетемпературного кокса из шихты 70% Г2 + 30% ТС равен 0,82, то есть лежит в пределах его значений для высокотемпературного кокса. Пористость (47,7%) несколько превышает нижний предел пористости высокотемпературного кокса.

В результате определения механической прочности полученных образцов кокса можно прийти к заключению, что добавка угля ТС намного предпочтительнее добавки угля СС.

Изменение скорости продвижения температур по угольной загрузке в коксовой камере оказывает, как известно, существенное влияние на качество образующегося кокса. Этому вопросу посвящено значительное количество исследовательских работ.

Изучение повышения температуры центра загрузки во времени показало, что средние скорости коксования для всех шихт примерно одинаковы, но в течение периода коксования скорость прогрева центра загрузки для разных смесей неодинакова. Особенно сильно это заметно для угля Г2, скорость прогрева которого в течение периода коксования, в отличие от смеси его даже с 10% угля ТС, сильно меняется. Уменьшение

скорости коксования приводит к более равномерному выделению летучих и снижению динамики усадки, что для газовых углей является одним из решающих факторов снижения трещиноватости. Кроме того, снижение температуры коксования угля Г2 приводит к выравниванию скоростей прогрева коксующейся массы по всему периоду коксования, что, повидимому, в свою очередь, должно являться положительным фактором снижения трещиноватости. Для шихт с 30% ТС и СС это влияние выражается менее значительно.

На основе этих опытов можно считать, что оптимальной шихтой является смесь 70% Г2 + 30% ТС. Оптимальные температуры можно определить в границах от 700° до 850°.

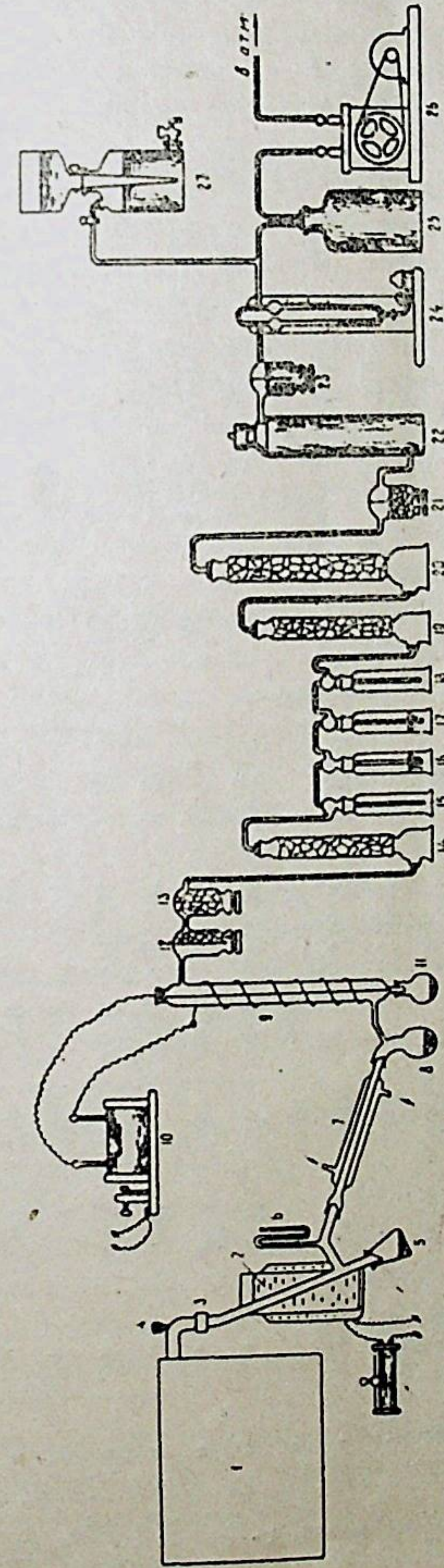
IV.

Заключительные эксперименты по среднетемпературному коксованию проводились на укрупненной лабораторной установке с улавливанием химических продуктов коксования, как при ранее намеченных оптимальных условиях, так и в условиях смежных с оптимальными для обеспечения надежности результатов.

Для проведения коксования нами была сконструирована лабораторная печь емкостью около 2 кг угля. Схема установки дана на фиг. 2. Основными особенностями данной конструкции печи являются: 1) самостоятельный обогрев и регулировка температуры обеих стенок камеры, свода и пода, что обеспечивает гибкость вариаций теплового режима коксования; 2) простое грузочное приспособление, позволяющее загружать уголь в горячую камеру, соединенную с улавливающей аппаратурой.

Прямоугольная конструкция камеры свободна от недостатков круглых реторт, где коксование происходит концентрическими кругами, продукты пиролиза выделяются с различной скоростью, вследствие чего состав и количество получающихся летучих продуктов являются не характерными.

На этой установке были проведены следующие опыты: 1) коксование при 700° чистого газового угля Г2 и его смесей с 10, 30 и 50% угля ТС; 2) коксование смеси Г2 с 30% ТС при 600, 700 и 800° как без нагрева свода, так и с перегревом его до соответствующей температуры коксования, причем часть опытов проводилась, кроме того, с меняющейся величиной подсводового пространства.



Фиг. 2. Схема улавливания.

1 — печь, 2 — «горячий» холодильник (110°С), 3 — соедин. муфта, 4 — штуцер для чистки, 5 — сборник тяжелой смолы, 6 — манометр, 7 — холодильник, 8 — сб. легкой смолы, 9 — электрофильтр, 10 — высоковольтный индуктор, 11 — сб. смолы, 12, 13 — ватные фильтры, 14 — колонка с хлористым кальцием, 15, 18 — буферные склянки, 16, 17 — дрексли с серной кислотой, 19 — колонка с хлористым кальцием, 20, 21 — колонки с натронной известью, 22, 23 — адсорберы, 24 — реометр, 25 — буферная емкость, 26 — вакуумпосос, 27 — газометр.

УСЛОВИЯ КОКСОВАНИЯ И ВЫХОДЫ ПРОДУКТОВ

№№ опытов	Состав шихты в %		Температура в опыте			Выход продуктов в % на сухой уголь						Примечание
	Г2	ТС	стенки	конечн. центра загрузки	под-свод. пр-ва	кокс	сухая смола	газовый бензин	вода пир.	CO ₂ +H ₂	Газ и по-тери	
1	100	0	700	470	480	72,80	13,96	1,09	6,84	1,36	3,95	
2	90	10	"	"	"	74,10	11,32	2,07	8,03	1,49	2,99	
3	50	50	"	485	"	80,30	7,97	1,34	3,07	0,74	6,58	
4	70	30	"	560	"	79,10	9,66	1,55	3,82	1,15	5,18	
5	"	"	"	490	"	79,70						
6	"	"	"	470	460	77,70				0,93		
7	"	"	600	460	400	79,70	8,54	1,23	4,15	0,43	5,95	
8	"	"	800	680	625	74,20	9,79	1,21	4,64	0,98	9,18	
9	"	"	600	—	600	83,30	6,99	2,08	2,48	0,66	4,49	
10	"	"	700	475	700	76,50	7,52	2,93	4,12	0,87	8,06	
11	"	"	800	620	800	71,75	7,12	1,66	4,48	1,02	10,97	
12	"	"	700	485	700	75,20	6,86	1,77	2,45	0,83	12,89	подсв. пр. ув. в 2 раза
13	"	"	800	660	800	72,40	5,59	1,62	3,13	1,01	16,25	подсв. пр. ув. в 4 раза

Основные данные опытов приведены в таблице 2.

Качество твердого остатка, полученного в этих опытах, находится в полном соответствии с данными опытов в вышеописанном стакане. Коксовый пирог при 600° был монолитен по всей ширине камеры, но куски кокса были непрочны, плохо проплавлены и легко разламывались. При 700° в центре коксового пирога можно было наблюдать более темную полосу, без признаков трещины, куски кокса крупны, достаточно крепки, хорошо проплавлены, темносерого цвета. Коксовый пирог, полученный при 800°, имел ярко выраженный температурный шов в виде довольно широкой щели. Куски кокса крепки, сильно проплавлены, но намного мельче, чем при 700°.

Для всех коксов был проведен технический анализ. Кокс из шихты состава 70% Г2 + 30% ТС, полученный при 700°, имеет высокую реакционную способность.

Определение выходов смолы при различных условиях показало, что без перегрева свода выходы смолы увеличиваются вплоть до 800° и только при более высокой температуре имеют тенденцию к снижению. Перегрев подсводового пространства до температуры коксования понижает выходы смолы, причем при 700° они были максимальными. Наконец, для уравнивания времени пребывания паров смолы в подсводовом пространстве были проведены опыты с увеличением его объема.

Эти опыты показали, что выходы смолы заметно падают при увеличении времени пребывания паров смолы в подсводовом пространстве. Таким образом, можно составить некоторое представление о возможных выходах смолы в производственных условиях. По нашему мнению, к ним более всего приближается выход смолы, полученный при перегреве подсводового пространства без увеличения его объема. Хотя, по всей вероятности, в производстве следует ожидать несколько больших выходов смолы, так как режим перегрева подсводового пространства (до температуры коксования) является более «жестким», чем это обычно бывает в производственных условиях.

Итак, с точки зрения увеличения выхода жидких продуктов температуру коксования 700° следует признать за наилучшую.

Для смол, полученных при различных условиях, определялись удельные веса и содержание свободного углерода, ибо именно эти показатели в достаточной мере дают понятие о степени термического разложения и ароматизации смолы.

Данные показывают, что смола, полученная при 700° без перегрева и с перегревом подсводового пространства (без увеличения его объема), близка по этим показателям к первичной смоле.

Смола, полученная при 700° без перегрева подсводового пространства, была разогнана на фракции, в каждой из которых было определено рефрактометрическим методом содержание фенолов.

Эти определения показали, что данная смола обладает всеми характерными свойствами среднетемпературной смолы, то есть:

1) имеет низкий удельный вес (1,058), приближающийся к таковому первичной смолы, полученной из гумусовых углей; 2) имеет высокое содержание легкокипящих составных частей (17,8% до 230°C); 3) характеризуется высоким содержанием фенолов (15,7% во фракциях до 270°C); 4) дает низкий выход пека и высокий выход масел (пека 34,1%).

Получено газового бензина 1,5—3,0% к весу сухого угля.

В надсмольной воде содержится заметное количество (около 0,09% на сухой уголь) аммиака.

Среднетемпературный газ отличается высоким содержанием метана (до 50%).

В работе разобраны вопросы, объясняющие изменение выходов вышеперечисленных продуктов в зависимости от условий коксования.

Выводы.

1. Впервые проведено исследование по выявлению возможности среднетемпературного коксования газовых углей Кузбасса и определение оптимальных условий проведения этого процесса (состав шихты, температура).

2. Предложена для коксования при 700° шихта, имеющая в качестве основного компонента второсортный газовый уголь Г2 (70%) и в качестве добавки — малодефицитный уголь ТС (30%), причем оба компонента используются в обычном производственном помоле (90—93% под сито 3 мм). Эта шихта при 700° дает кокс, который по ряду показателей аналогичен высокотемпературному коксу среднего качества (кажущийся удельный вес, пористость, прочность пористого материала кокса), а по реакционной способности значительно его превышает. Температура коксования 700° обеспечивает максимальные выходы жидких продуктов.

3. Показана возможность некоторого изменения условий коксования (состава шихты, температуры) в зависимости от требований народного хозяйства. Повышение температуры должно иметь целью повышение прочности кокса при некотором увеличении его трещиноватости и частичном снижении выхода жидких продуктов. Возможны вариации и состава шихты примерно от 10 до 50% содержания в ней угля ТС. В этом случае, при повышении содержания угля ТС в шихте, повышается прочность кокса и снижается трещиноватость, но одновременно уменьшается выход жидких продуктов.

4. Показано возможное изменение выходов жидких продуктов коксования от условий коксования (температура коксования, температура подсводового пространства и время пребывания летучих продуктов в нем), на основании чего можно судить о вероятных выходах этих продуктов в производственных условиях.

5. Определены изменения пластического состояния угля в зависимости от температуры. Обнаружена характерная зависимость чисел мягкости М (по И. В. Геблеру) для ряда углей, что позволяет сделать более широкие выводы не только о поведении угля в пластическом состоянии, но и продолжить их на стадию образования твердого остатка с целью суждения о его качестве. Даны критерии оценки по изменению М с температурой термостойкости вещества угля и продуктов его разложения, находящихся в пластическом состоянии.

6. Предложен прибор, который позволяет провести как оценку усадочных явлений и трещиноватости (объем королька, поперечная и вертикальная усадки, объем пустот, количество отделенностей), так и некоторую оценку качества кокса (удельные веса, пористость, прочность по К. И. Сыскову).

Обнаружена характерная зависимость усадочных явлений от температуры и добавок.

7. Сконструирована лабораторная укрупненная установка для проведения опытов по коксованию, имеющая ряд преимуществ перед установками, описанными другими авторами. (Раздельная регулировка обогрева обеих стенок, подсводового пространства и пода, удобная загрузка угля непосредственно в горячую и уже присоединенную к улавливающей аппаратуре печь). Улавливающая аппаратура обеспечивает полное улавливание и определение всех летучих продуктов коксования.

8. На этой установке проведены заключительные опыты с определением качества кокса и выходов и качества летучих

продуктов коксования не только в оптимальных, но и в смежных с ними условиях (температура и состав шихты).

9. На основе этих опытов показано, что оптимальной температурой, при которой выходы жидких продуктов достигают максимума, является температура 700°.

Относительно качества кокса опыты на укрупненной установке подтвердили выводы, сделанные в предыдущей серии экспериментов, то есть с точки зрения качества кокса определены пределы температур от 700 до 850°. Таким образом, температура коксования 700° является наиболее подходящей.

10. Разобраны возможность и перспектива развития коксования при средних температурах главным образом с целью обеспечения потребностей в неметаллургическом коксе и с целью увеличения выходов ценнейших жидких продуктов среднетемпературного коксования. Показано, что этот процесс с наибольшей эффективностью может быть применен к газовым углям Кузнецкого бассейна.

72475

