Разработка новых каталитических технологий получения биотоплив

Б.Н. Кузнецов

Институт химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск

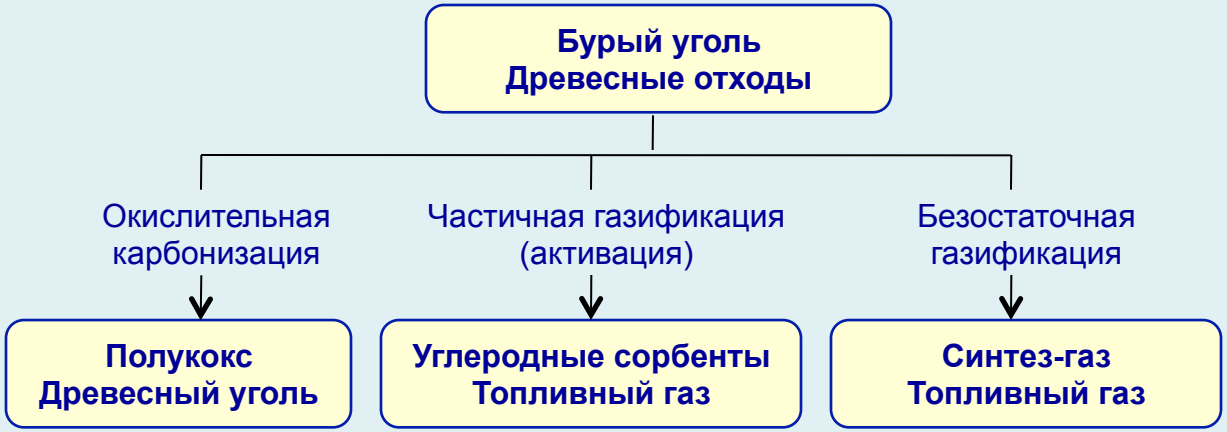
Содержание презентации

1. Получение твердых и газообразных топлив в аппаратах с псевдоожиженным каталитическим слоем.
2. Интегрированные процессы каталитической переработки твердого органического сырья (древесина, с/х отходы, торф, бурый уголь) в жидкие топлива и химические продукты.

Получение углеродных материалов, сорбентов и газообразных топлив из бурых углей и древесных отходов

Разработаны технологии производства угля-сырца, полукокса, углеродных сорбентов, топливного и синтез-газа из бурых углей и древесных отходов, основанные на процессах карбонизации, активации и газификации в аппаратах кипящего слоя. Основное преимущество разработок заключается в интенсификации процессов в псевдоожиженном слое каталитически активного материала по сравнению с существующими технологиями слоевого пиролиза, активации, газификации, а также в снижении металлоемкости и фондоемкости производства.

Предложенные технологии позволяет расширить сырьевую базу производства дешевых углеродных восстановителей , сорбентов, газообразных топлив.



Производство углеродных материалов по разрабатываемой технологии позволит обеспечить углеродными восстановителями предприятия металлургии (производство ферросплавов, кристаллического кремния и др.), осуществить утилизацию крупнотоннажных отходов и расширить масштабы применения сорбционных технологий очистки вредных выбросов за счет использования дешевых углеродных сорбентов.

В разработанном процессе газификации удалось существенно снизить затраты кислорода и повысить качество синтез-газа за счет интеграции в едином технологическом цикле двух процессов: окислительной карбонизации пылевидного сырья в псевдоожиженном слое каталитически активного шлака и газификации получаемого полукокса.

Получаемый из бурых углей и древесных отходов газ может применяться для выработки электроэнергии и производства моторных топлив.

Предлагаемые способы термической переработки древесных отходов защищены патентами РФ.

Технологии отработаны на пилотной установке.

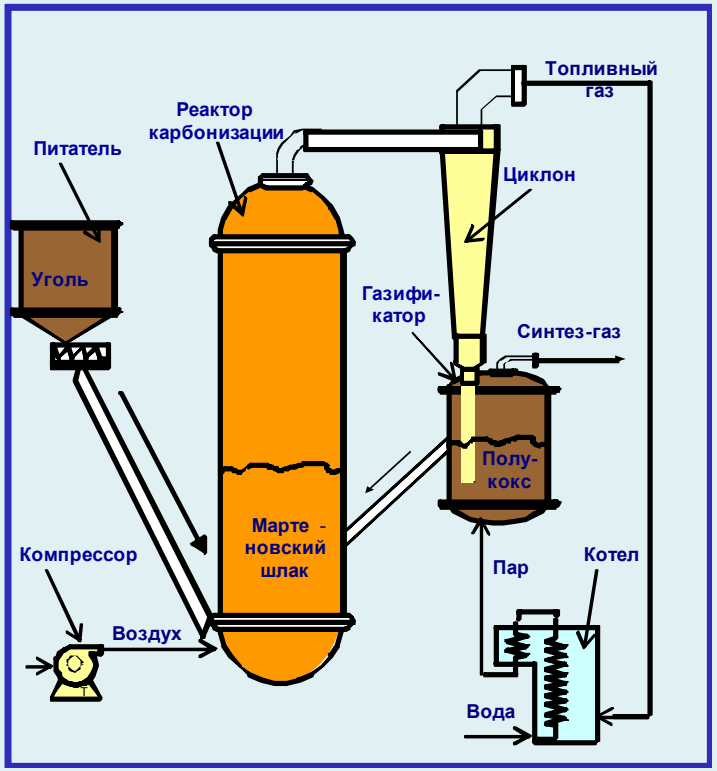
Технологии термической переработки бурого угля и древесных отходов в углеродные материалы

Разработаны технологии производства полукокса, угля-сырца, углеродных сорбентов и топливного газа из бурых углей и древесных отходов, основанные на методах карбонизации и активации в аппаратах кипящего слоя.

Основное преимущество разработок заключается в интенсификации процессов по сравнению с существующими технологиями слоевого пиролиза и активации, а также в снижении текущих и капитальных затрат производства дешевых углеродных восстановителей и сорбентов.

Организация производства углеродных материалов по разрабатываемой технологии позволит обеспечить углеродными восстановителями предприятия металлургии. (производство ферросплавов, кристаллического кремния и др.), осуществить утилизацию крупнотоннажных отходов лесопиления и деревообработки и расширить масштабы применения сорбционных технологий очистки вредных выбросов за счет использования дешевых углеродных сорбентов.

Технология получения синтез-газа из ископаемых углей и биомассы



Данные по газификации бурого угля и биомассы при совмещении стадии окислительной карбонизации и паровой газификации углеродного продукта

Параметры процесса					
Сырье	Расход воздуха, нм^3/ч	Температура в зоне карбо-низации, °С	Расход кислорода, нм^3/нм^3 синтез-газа	Выход синтез-газа, нм^3/ч	Выход топливного газа, МДж/ч
Бурый уголь (процесс Винклера)	67	1000	0,32	8,9	-
Бурый уголь	66	1000	0,09	10,3	284,1
Березовые опилки	52	820	0,17	9,2	303,1
Гидролизный лигнин	60	890	0,12	9,8	292,7

Преимущества разработанного процесса получения синтез-газа из бурого угля:

- значительное (до 5 раз) сокращение потребления дорогостоящего кислорода,
- повышение соотношения H_2/CO в синтез-газе,
- понижение на порядок содержания смол в синтез-газе,
- возможность одновременного получения синтез-газа и топливного газа.

Запатентована конструкция аппарата со встроенными реакторами окислительной карбонизации угля и паровой газификации образующегося полукокса.

Шабанов В.Ф., Кузнецов Б.Н., Щипко М.Л., Волова Т.Г., Павлов В.Ф. Фундаментальные основы комплексной переработки углей КАТЭКа для получения энергии, синтез-газа и новых материалов с заданными свойствами. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005, 219 с.
Патент РФ № 2333929 (2008). Способ и установка для газификации твердого топлива (Щипко М.Л., Рудковский А.В., Кузнецов Б.Н.)

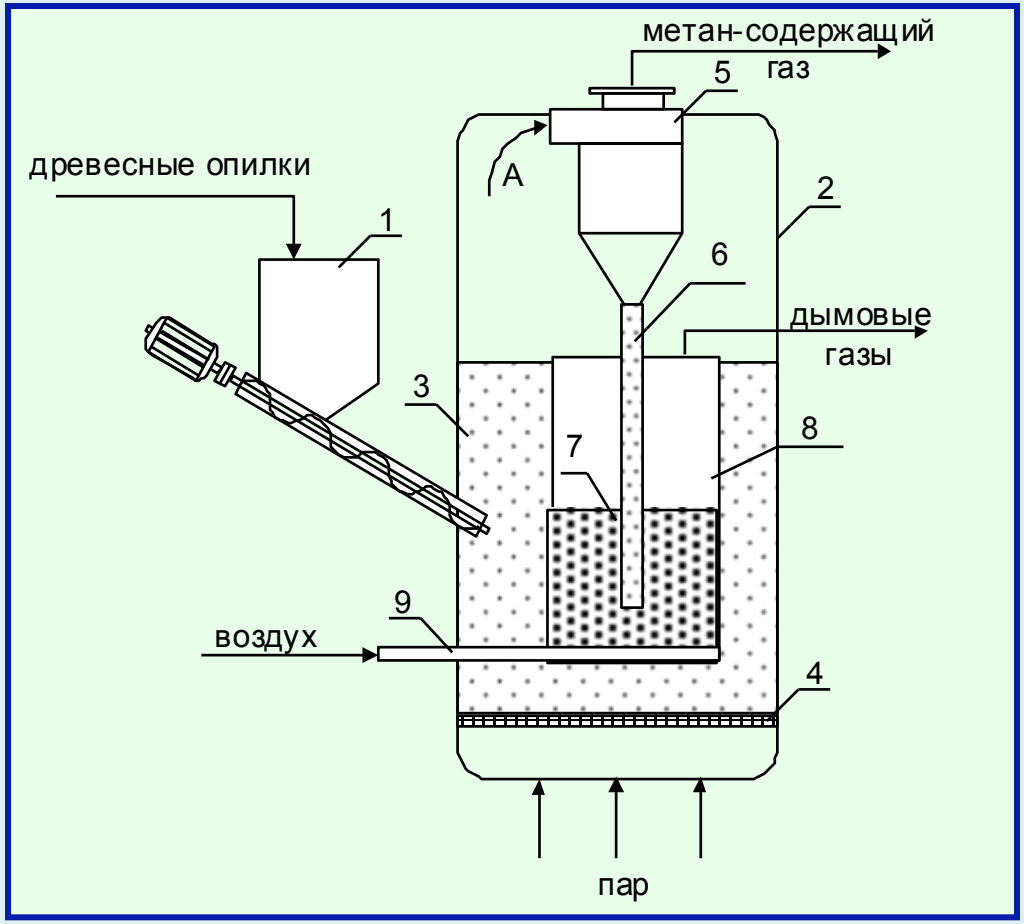
Внешний вид установки газификации твердого топлива

Реактор-пиролизер представляет собой вертикальную трубу из нержавеющей стали с внутренним сечением 0,048 $м^2$ м и высотой 4,2 м. Газификатор имеет аналогичную конструкцию при высоте 1,5 м. В первом реакторе псевдоожиженный слой состоит из частиц мартеновского шлака размером 0,5-1,5 мм. Во втором - из смеси относительно мелких частиц мартеновского шлака и термообработанного сырья (полукокса). Пылевидное сырье (уголь, гидролизный лигнин) сжатым воздухом подается над распределительной решеткой, в нижнюю часть псевдоожиженного слоя.

Характеристики сырья

Наименование сырья	Характеристики в расчете на рабочую массу, % мас.							
	Влажность	Зольность	Выход летучих	C	H	N	S	O
Уголь бородинский	9,6	8,7	39,2	57,8	3,9	0,8	0,3	18,9
Опилки березы	42,2	0,7	-	32,4	3,4	0,1	0,0	21,2
Гидролизный лигнин	12,3	2,5	41,3	59,7	5,4	0,1	0,5	19,5

Технология получения обогащенного метаном газа из твердого органического сырья



Принципиальная схема установки газификации биомассы в псевдоожиженном слое катализатора метанирования

1- бункер-питатель
2 – реактор
3 – псевдоожиженный слой катализатора
4 – газораспределительная решетка
5 – встроенный циклон
6 – труба для стока древесного угля
7 – псевдоожиженый слой древесного угля
8 – камера сгорания
9 – инжектор для подачи воздуха

Тепло, необходимое для поддержания процесса газификации, поступает в реактор за счет трех основных источников: перегретого водяного пара; реакции метанирования, протекающей в псевдоожиженном слое катализатора, сжигания части углеродного продукта.

Щипко М.Л., Рудковский А.В., Кузнецов Б.Н. Способ и установка для газификации твердого топлива. Патент РФ № 2332939, 2008 г.

Влияние технологических параметров процесса одностадийной газификации древесных опилок на выход и состав получаемых газов

Показатели	Опилки березы в псевдоожиженном слое кварцевого песка	Опилки березы в псевдоожиженном слое мартеновского шлака	Опилки осины в псевдоожиженном слое мартеновского шлака
Расход пара на 1 кг сырья, кг/кг	1,7	1,2	1,2
Температура в верхней части слоя шлака, °С	650	655	660
Выход сухого топливного газа, $м^3$/кг	0,68	0,58	0,60
Состав сухого топливного газа, % об.			
H_2	22,3	17,9	16,4
CO	5,8	1,2	1,9
CH_4	27,8	42,8	41,3
CO_2	39,6	34,5	33,8
N_2	2,4	1,2	4,7
Теплота сгорания сухого газа, кДж/$нм^3$	14150	18600	17800

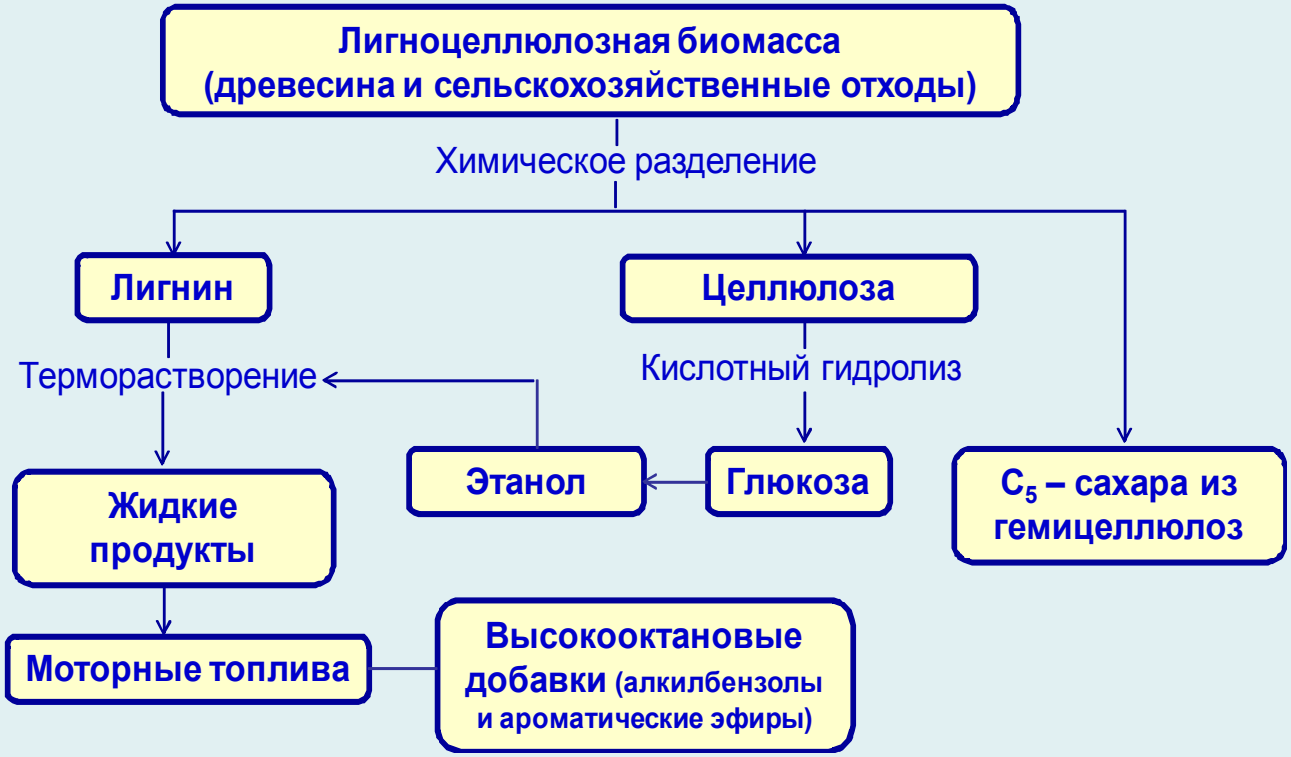
Разработанный процесс позволяет получать из древесных отходов метансодержащий газ с калорийностью на 30% выше, чем при обычной паровой газификации, а доля потенциального тепла исходного сырья, перешедшая в потенциальное тепло продуцируемого газа увеличивается на 10 %.

Традиционный метод получения жидких топлив из растительной биомассы – это высокоскоростной пиролиз.
При этом до 75 % биомассы превращается в жидкие продукты.

В большинстве разрабатываемых технологий жидкие продукты пиролиза биомассы используются в качестве котельного топлива. Например, на установках компании Ensyn было переработано 14,7 тыс. т сухой древесины и выработано 11 тыс. т жидких и твердых продуктов, которые использовались как котельное топливо для выработки тепла и электроэнергии.

В работах ИХХТ СО РАН показана возможность существенного повышения выхода жидких продуктов при совместном пиролизе и гидропиролизе смесей растительного сырья и отходов синтетических полимеров. Используемый подход также позволяет решить непростую проблему утилизации отходов пластмасс.

Комплексная переработка лигноцеллюлозной биомассы в спирты, жидкие углеводороды и высокооктановые добавки

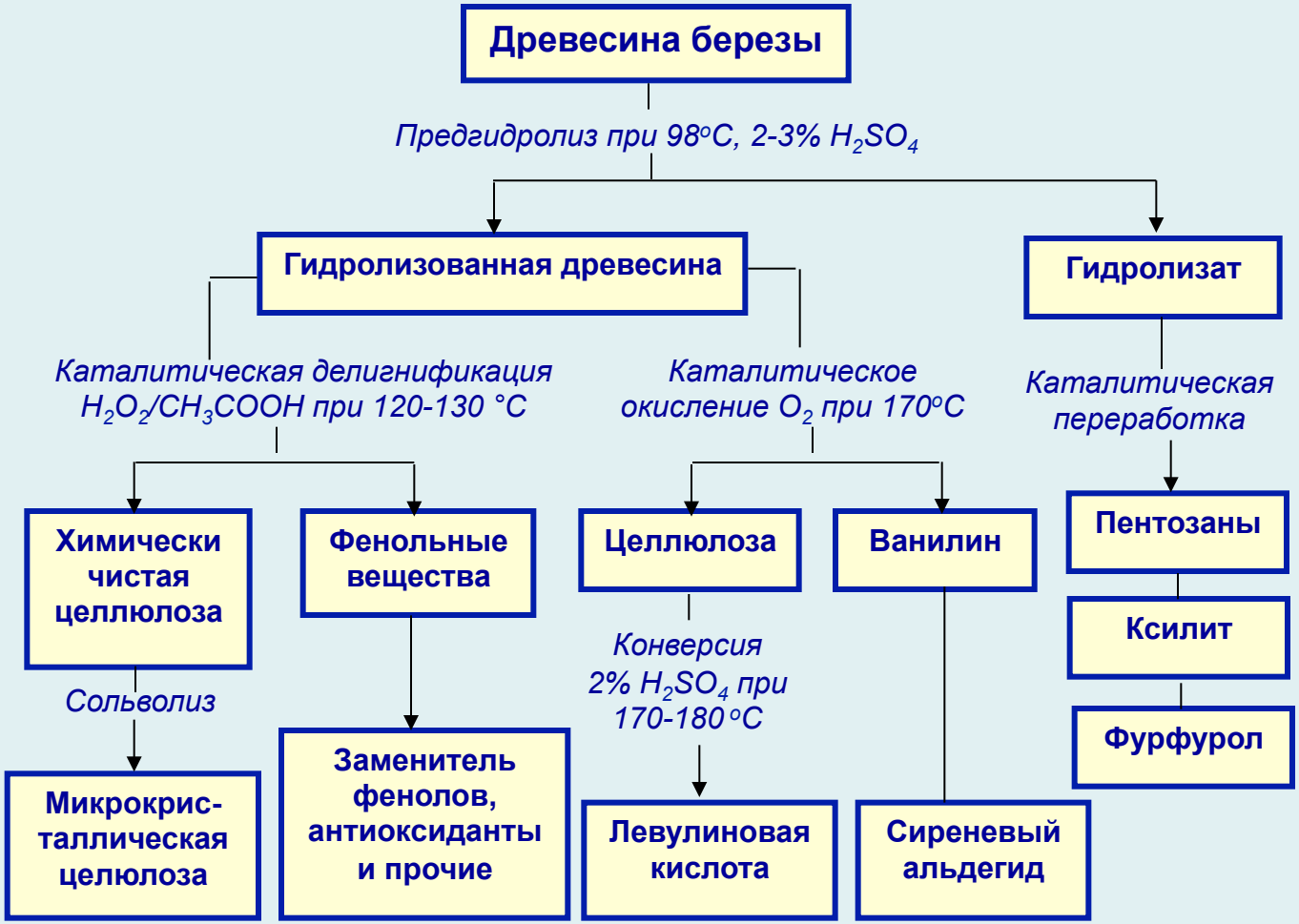


Пилотная установка по переработке биомассы

Второй этаж

Первый этаж

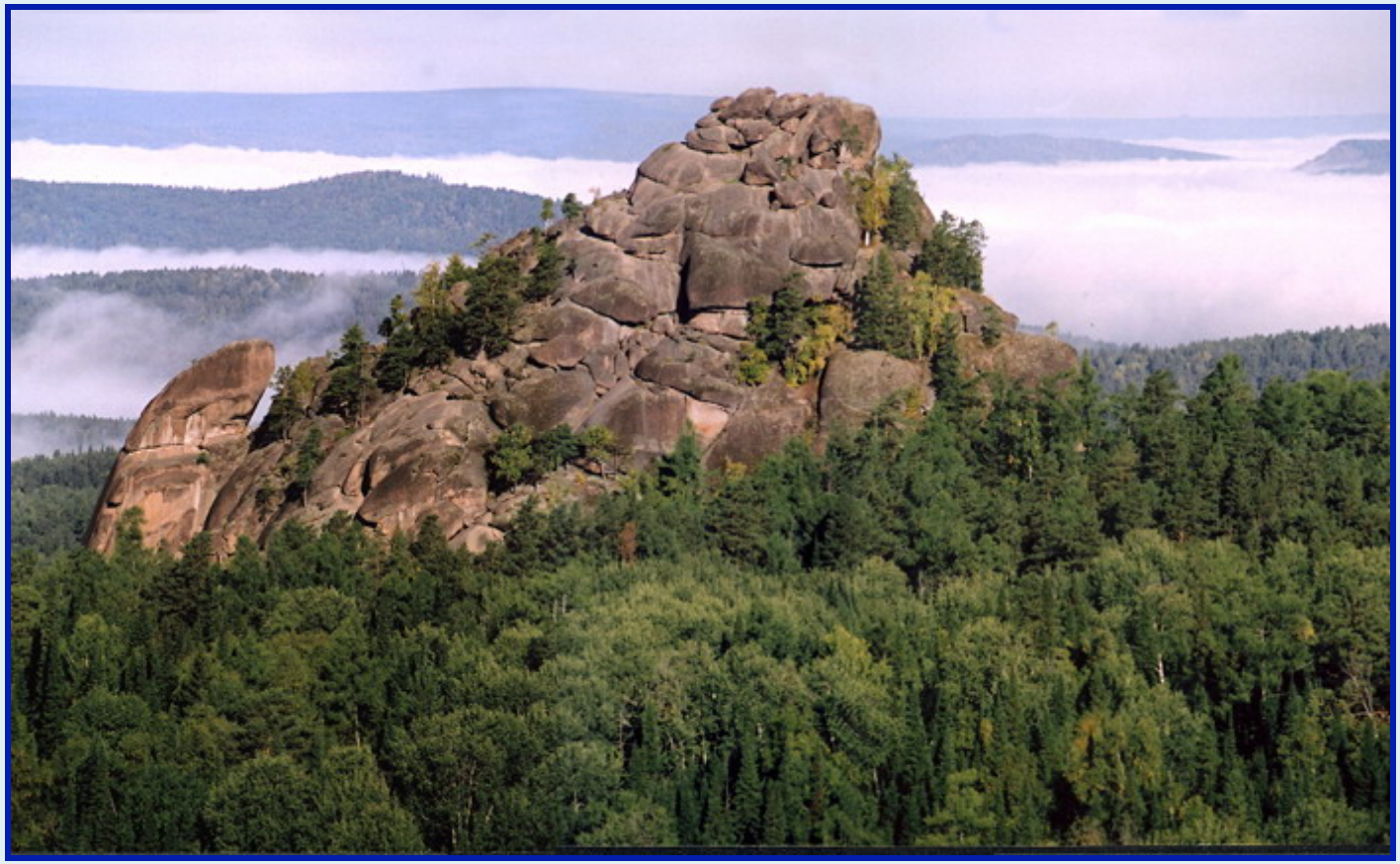
Схема комплексной переработки древесины березы в ценные химические продукты



Выход целевых продуктов при комплексной переработке древесины березы

Продукт	ПЗ	МКЦ	В	СА	ЛК	ФВ
Выход, % от массы а.с.д	20,0	32,5	1,4	3,1	10,5	9,5

ПЗ - пентозаны, **МКЦ** – микрокристаллическая целлюлоза, **В** – ванилин, **СА** – сиреневый альдегид, **ЛК** – левулиновая кислота, **ФВ** – фенольные вещества



Спасибо за внимание!