

# ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕЙ

Практическая работа №3

**Комплексное использование углей** - важнейшее направление повышения эффективности производства, которое позволяет:

- расширить сырьевую базу,
- увеличить ассортимент вырабатываемой продукции,
- повысить рентабельность угледобывающих и перерабатывающих предприятий
- сократить вредные выбросов в атмосферу и водные бассейны.

**Основные направления** промышленного использования углей:

- энергетическое
- технологическое.

**Энергетическое направление** использования углей предусматривает **сжигание угля** в различного рода топках на электростанциях, промышленных и коммунально-бытовых котельных.

При этом большое значение имеет проведение энергосберегающей политики сущность которой, главным образом, в укрупнении производств, получающих энергию из угля. От масштаба производства зависят качественные показатели использования углей. Так, на крупных тепловых электростанциях КПД сжигания угля составляет 90 %, в обычных котельных - 70%, индивидуальными потребителями - 45 %.

**Технологическое направление** охватывает:

- процессы коксования, полукосования, гидрогенизации и газификации углей;
- производство адсорбентов, электродов, битумов, карбидов кальция и кремния, удобрения для сельского хозяйства;
- использование углей для получения различных металлов и горючего газа - метана.

Добыча ископаемых углей сопровождается извлечением больших объемов вмещающих пород, особенно вскрышных пород при разработке месторождений открытым способом.

Вскрышные породы могут быть ценным сырьем, широко используемым в стройиндустрии. Это карбонатные породы, бетонные, формовочные и стекольные пески, огнеупорные и керамические глины, каолины.

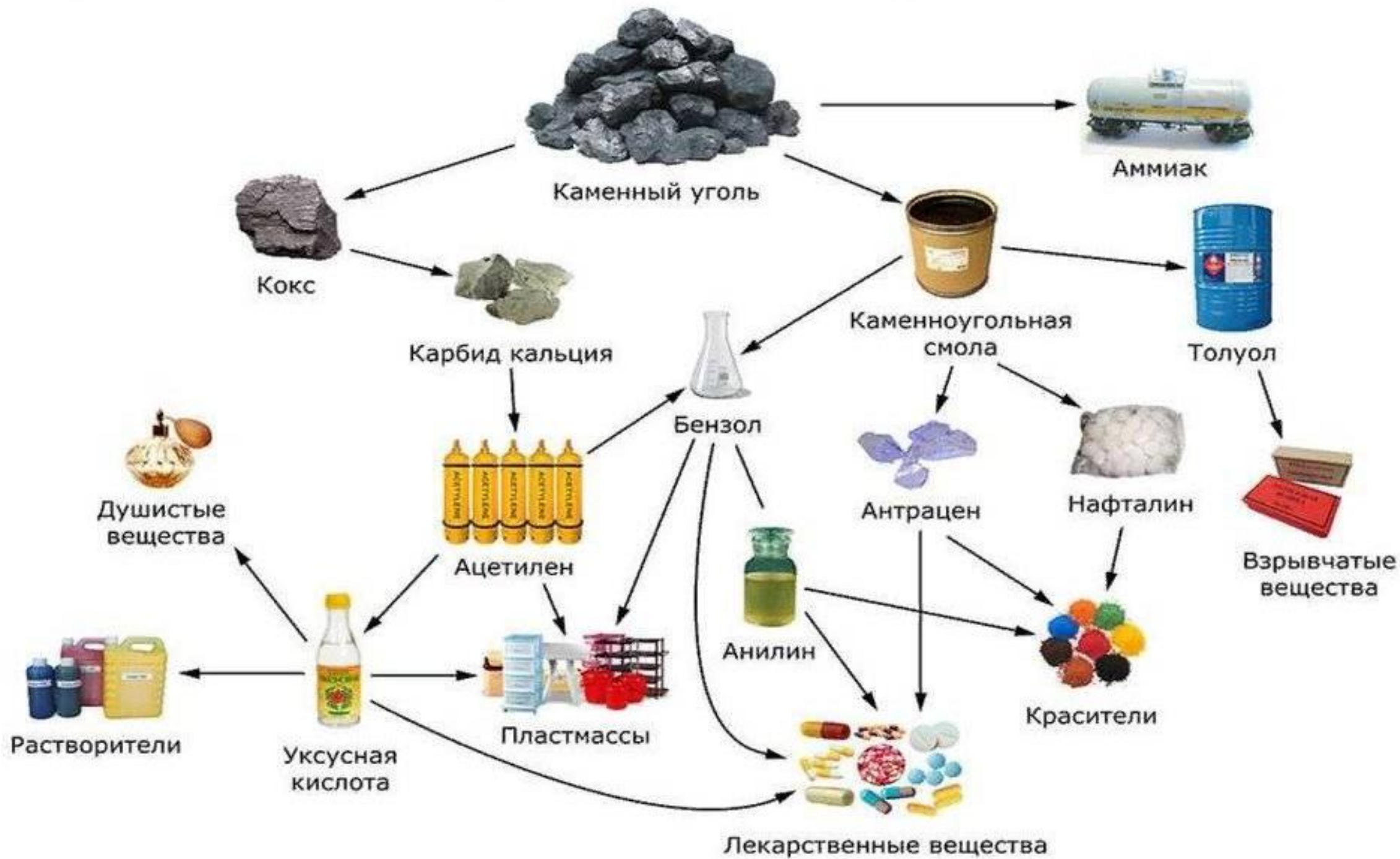
Отходы угледобычи могут быть использованы для строительства дорог и различных земляных сооружений, закладки выработанного пространства в шахтах и углеразрезах.

Золошлаковые и углеобогащения отходы идут на производство пористых заполнителей, строительной керамики, цемента, каменного литья, абразивов, глинозема, пемзы и других изделий.

В использовании продуктов добычи и переработки углей имеются большие перспективы. В настоящее время золошлаки используются только на 20%, отходы углеобогащения - на 10%, отходы добычи угля - на 3-5%.

Рассматривая проблемы комплексного использования углей, можно выделить следующие основные их направления:

- 1) энергетическое использование углей;
- 2) коксовое производство с получением металлургического кокса и химических продуктов;
- 3) полукоксование углей с утилизацией полукокса, продуктов смолы и горючего газа;
- 4) газификация углей с получением горючего газа, продуктов смолы и стройматериалов;
- 5) производство синтетического жидкого топлива гидрогенизацией углей;
- 6) получение угольных адсорбентов;
- 7) производство глинозема и серосодержащих продуктов;
- 8) угли, как удобрения в сельском хозяйстве;
- 9) использование отходов добычи и переработки угля в строительном производстве
- 10) использование углеотходов для закладки подземных горных выработок и рекультивация углеразрезков;
- 11) извлечение германия и других металлов из углей
- 12) дегазация и получение метана.



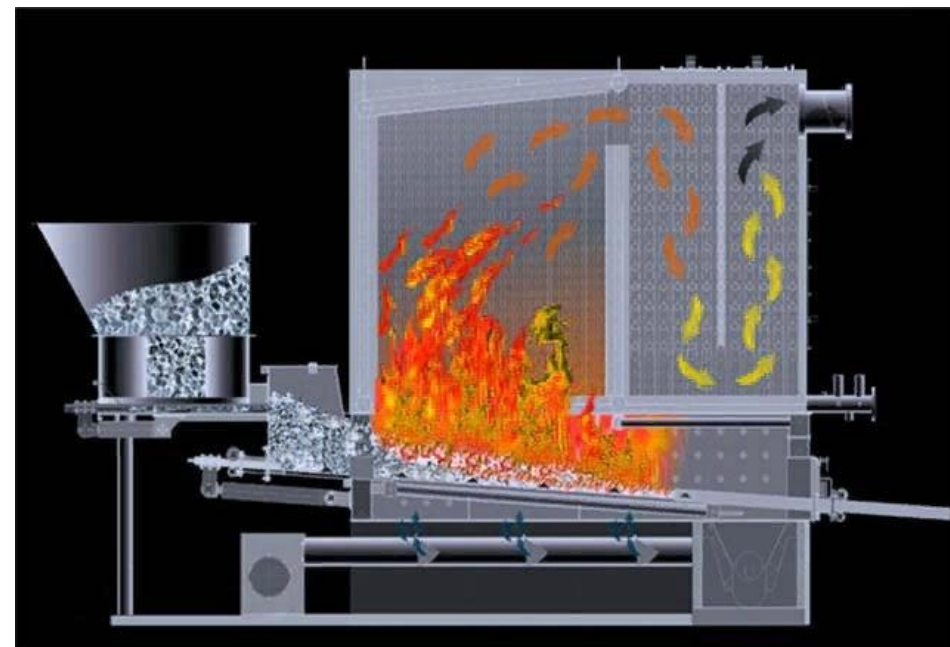
## ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕЙ

Угли Забайкальского края являются высококачественным энергетическим сырьем. Они характеризуются низкой зольностью, малой сернистостью и повышенной калорийной способностью.

По материалам подсчета запасов средняя зольность бурых углей в регионе составила 18,6 %, каменных - 17,2%; угли имеют высокую теплоту сгорания, низкие содержания влаги. Эффективность использования энергетических углей во многом определяется режимами их сгорания в топках котлоагрегатов.

Использование углей для получения тепловой и электрической энергии осуществляется их сжиганием **в трех типах топок**: слоевых, факельных и топках в кипящем слое.

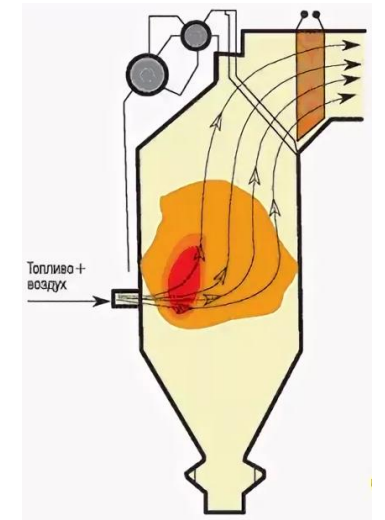
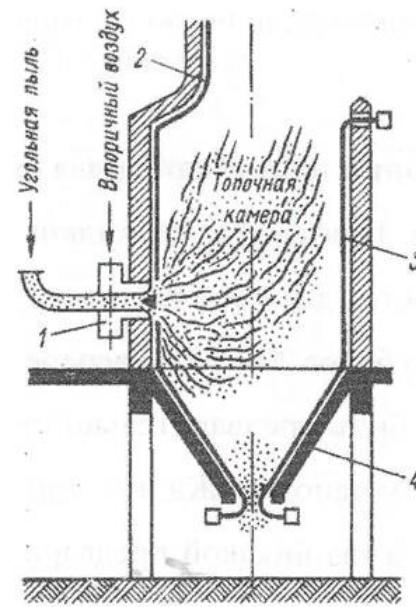
**Слоевое сжигание** применяется в стационарных котлоагрегатах малой и средней мощности. Для него обычно требуется кусковой уголь разных марок высокого качества. В котельных, где применяются слоевые топki, часть угля недожигается, сплавляется с минеральными примесями и уходит в шлак, а мелкий уголь проваливается сквозь колосниковую решетку. При этом, снижается коэффициент использования тепла до 30 %.



**Факельное сжигание** углей применяется на крупных энергетических предприятиях. Угли при этом типе сжигания используются в пылевидном состоянии. Это обеспечивает наиболее полное сгорание угля с большим КПД и небольшими потерями тепла, поэтому большая часть угля сжигается в факельных топках. В углях для факельного сжигания нормируют влагу, минеральные примеси и зольность.

Наиболее перспективным является режим **сжигания угля в низкотемпературном кипящем слое (НТКС)**. При этом методе мелкораздробленный уголь толщиной 1-2 мм продувается снизу горячим воздухом, а частицы топлива поддерживаются во взвешенном состоянии. Он обеспечивает возможность сжигания высокозольных углей, отсевов-штыбов углей, промпродуктов, шламов и отходов обогатительных фабрик с зольностью до 80%.

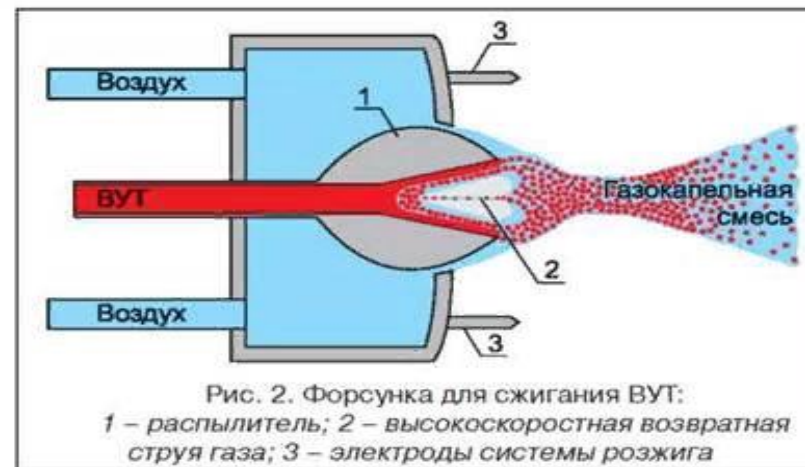
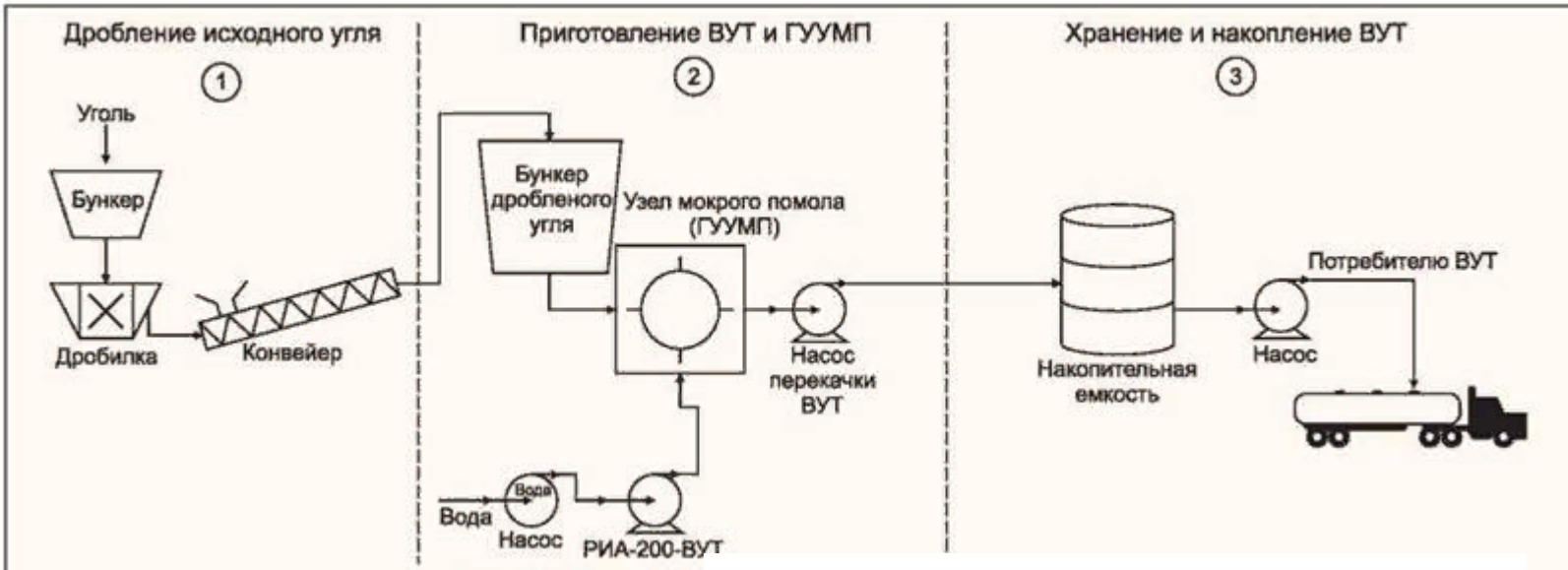
Способ НТКС обеспечивает снижение выбросов вредных веществ в атмосферу за счет связывания их с щелочноземельными элементами минеральной части угля или известняка, специально вводимом в топливо. За счет низкотемпературного процесса горения (850-950°C) угля снижается выброс оксидов азота, преобладающая часть которого переходит в молекулярный азот.



**Топка для сжигания твёрдого топлива в кипящем слое (КС)**



В последние годы большое внимание уделяется созданию водоугольных и водоуглемазутных топливных композиций, применение которых позволяет проводить сжигание углей при более низких температурах, ограниченном количестве воздуха, но с более высокой теплотой выгорания топлива.



При добыче, хранении, транспортировке, погрузо-разгрузочных работах образуется много **угольной мелочи**, которая составляет около 30% от всего объема углей. Угольная мелочь при сжигании в промышленных и коммунальных котельных агрегатах просыпается через колосники и попадает в зольный остаток. КПД сжигания такого угля снижается до 50-60%, что приводит к потере тепла и дополнительному расходу угля.

Для **повышения эффективности сжигания углей** можно рекомендовать следующие способы:

- 1) добыча угля с сортировкой по крупности фракций;
- 2) сепарация, сортировка и упаковка сортового угля в сгораемые пакеты с перевозкой в специальных контейнерах;
- 3) тепловая обработка сортового угля с получением твердого бездымного топлива с повышенной теплотворной способностью;
- 4) брикетирование и гранулирование угольной мелочи.



## Брикетиrowание и гранулирование угля

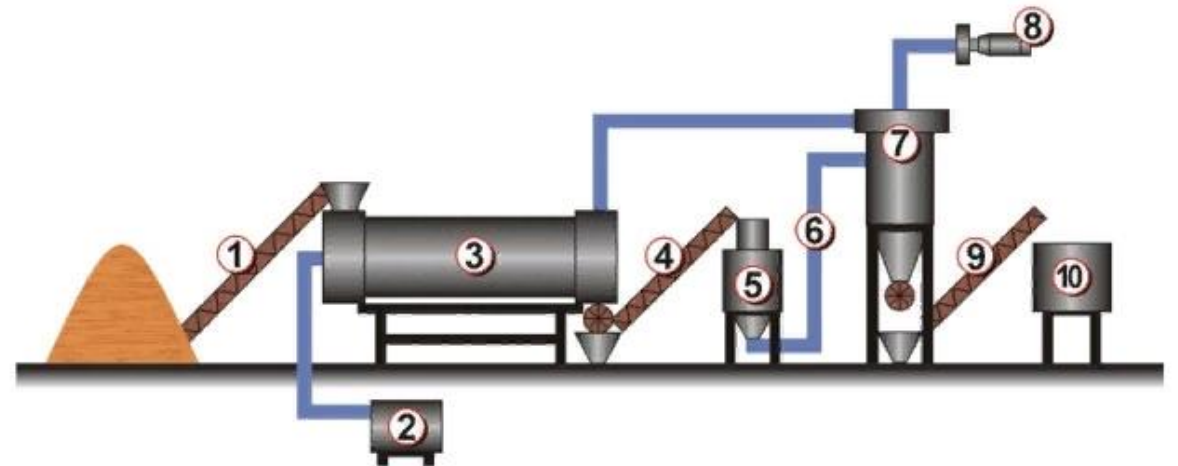
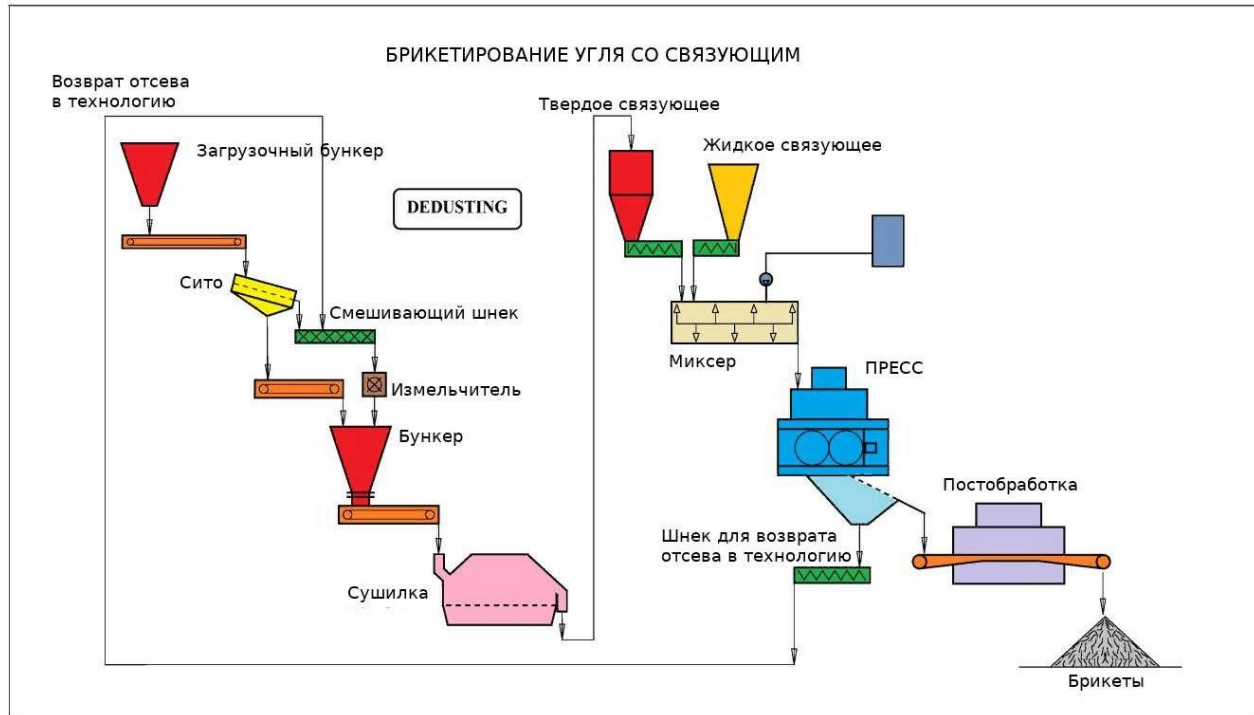
С целью улучшения качественных показателей низкосортных углей и более эффективного их использования производится **брикетиrowание углей**.

Молодые бурые угли брикетируют без связующих материалов на штемпельных прессах при давлениях 100-120 МПа, мелкие каменные угли - на вальцовых прессах при давлениях 10-30 МПа с применением разных связующих (нефтебитумы, сульфитно-спиртовая барда, кальцинированная сода и др.), или без связующих, но при предварительном нагреве до температур пластического состояния (420-450°C). Брикетиrowанию подвергаются молодые бурые угли, имеющие высокую рабочую влажность (до 60 %) и низкую прочность, что приводит к образованию большого количества мелочи.



На брикетных фабриках для производства энергетических бурогольных брикетов рядовой уголь дробится до крупности  $< 6$  мм и сушится в паровых трубчатых сушилках до остаточной влажности 15-20%. Сухой уголь охлаждается с 80-90 до 40-50°C и подвергается прессованию в штемпельных прессах. Брикетные отсевы поступают потребителю.

Брикетированию подвергаются отсевы (мелочь) энергетических каменных углей - тощих, антрацитов и длиннопламенных с зольностью не более 20-25 %. Технологическая схема производства каменноугольных брикетов включает операции подготовки угля к брикетированию - дробление и сушку угля, смешивание его со связующим, прессование шихты, охлаждение и отгрузку брикетов.



1. Шнековый транспортер
2. Теплогенератор
3. Барабанная сушилка на базе АВМ
4. Шнековый транспортер
5. Дробилка

6. Линия подачи сырья
7. Циклон
8. Вентилятор
9. Скреповый транспортер
10. Бункер пресса

В настоящее время получают признание нетрадиционные технологии брикетирования углей:

- термобрикетирование,
- автоклавирование,
- полукоксование.

**Термобрикетирование** (горячее брикетирование) - брикеты получают без связующего при прессовании угля до температуры 390-450°C. Роль связующего при этом играют продукты химического воздействия, образующиеся при температуре термической деструкции. Термобрикеты - принципиально новый вид топлива с полностью бездымным горением в обычных топочных устройствах.

**Автоклавирование** - процесс получения бездымного топлива, в ходе которого уголь подвергается физико-химическим превращениям при одновременном воздействии давления и температуры в автоклаве.

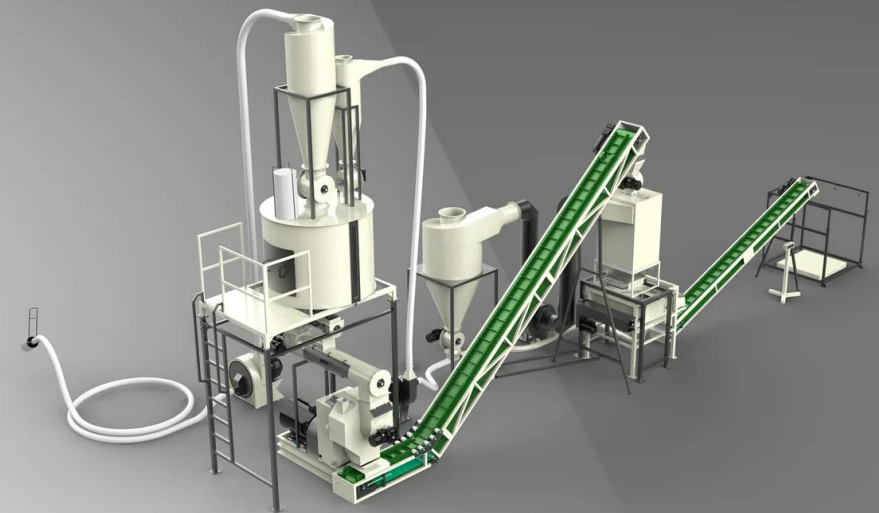
Брикетирование резко улучшает качественные показатели углей, повышая эффективность их использования.

Углебрикетирование дает возможность:

- 1) получать высокосортный уголь, который возможно транспортировать на большие расстояния;
- 2) сокращать потери угля при хранении, перевозке, погрузо-разгрузочных работах и сжигании;
- 3) избежать самовозгорания угля;
- 4) использовать низкосортные местные виды топлива;
- 5) повышать объемы добычи углей и рационально их использовать для энергетики и технологической переработки;
- 6) привлекать для коксования слабоспекающиеся угли;
- 7) использовать угли с легкой зажигаемостью, хорошей реакционной способностью и высокой теплотой сгорания в топках любой конструкции;
- 8) получать бездымное экологически чистое топливо.

Большое внимание уделяется методу получения топлива улучшенного качества гранулированием мелких и тонких классов углей.

Исследования показали на возможность гранулирования всех марок углей с размерами частиц менее 1 мм, независимо от содержания золы. Оптимальная рабочая влага углей, поступающих на гранулирование, 20- 22 %, зольность - до 47 %. Утилизация тонких угольных частиц в виде гранул уменьшает загрязнение окружающей среды отходами при добыче и использовании углей. При сжигании гранулированного топлива создаются благоприятные условия для более полного сгорания углей. При этом исключается унос тонких угольных частиц с дымами и газами .



## Коксование углей

Коксование углей с получением металлургического кокса является вторым основным направлением промышленного использования углей, вслед за применением их в энергетике. В настоящее время коксохимическая промышленность потребляет около 25 % добываемого угля. Основными поставщиками коксующихся углей в России и странах СНГ являются Кузнецкий, Печорский, Южно-Якутский, Донецкий и Карагандинский бассейны.

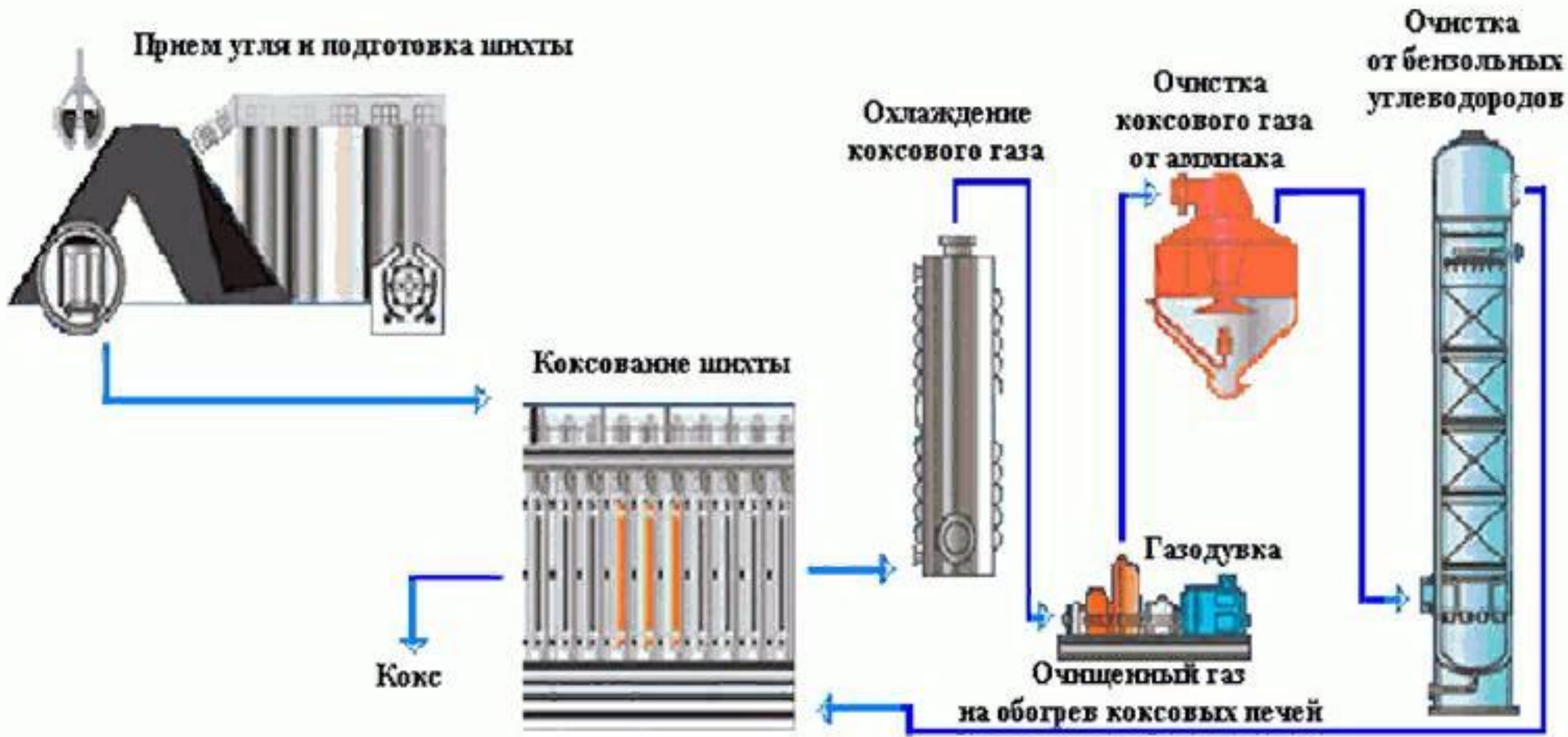
Коксование - промышленный метод переработки каменного угля в термическом режиме без доступа воздуха с целью получения кокса и ряда побочных продуктов. При температуре 350°C уголь переходит в пластическое состояние, при 500°C - твердеет с получением полукокса, а при температуре 1000°C - кокса.

Для получения кокса пригодны спекающиеся неокисленные угли с низкими содержаниями влаги, золы, серы и фосфора. Они должны иметь повышенные показатели по теплоте сгорания, выходу летучих веществ и пластометрическим испытаниям.

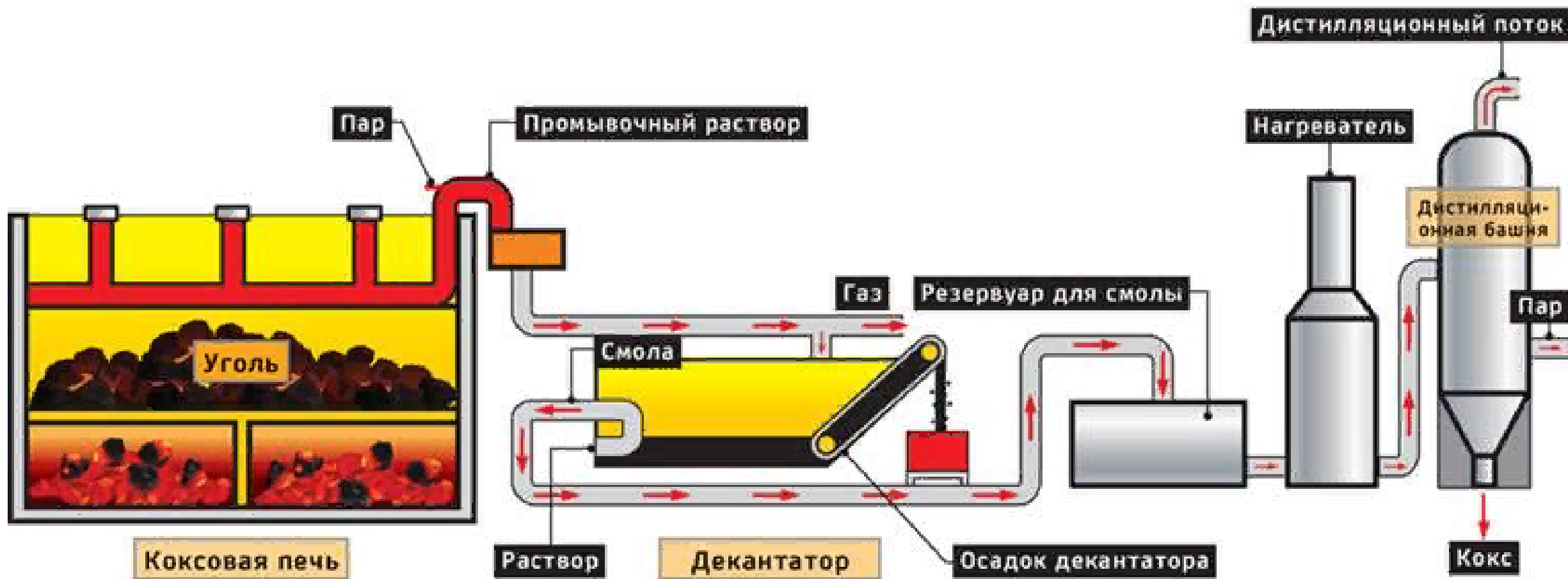
Качественный кокс возможно получить из коксовых углей марки К.

Высокие показатели при коксовании возможно получить из шихты, составленной из углей разных марок, в первую очередь жирных, коксовых жирных, коксовых и отощенных спекающихся





# Как происходит коксование угля



## СХЕМА НЕПРЕРЫВНОГО КОКСОВАНИЯ УГЛЯ



- 1 – шнековый питатель
- 2 – трубчатая сушилка
- 3 – циклон
- 4 – вальцево-гусеничная машина
- 5 – печь

Основными продуктами коксохимического производства являются кокс, жидкие и газообразные компоненты, представленные смолой, бензолом, аммиаком, различными маслами, высококалорийными газами

Большая часть получаемого кокса используется в доменном производстве. Так, для выплавки 1 т чугуна затрачивается 350 кг кокса. Кроме того, кокс используется при получении стали, в цветной металлургии и химической промышленности. Некондиционный кокс применяется в энергетике.

Из 100 кг сухой шихты угля возможно получить 72 кг кокса, 5 кг каменноугольной смолы, 8 кг аммиачной воды и 15 кг горючего газа. При переработке смолы извлекаются масла и пек.

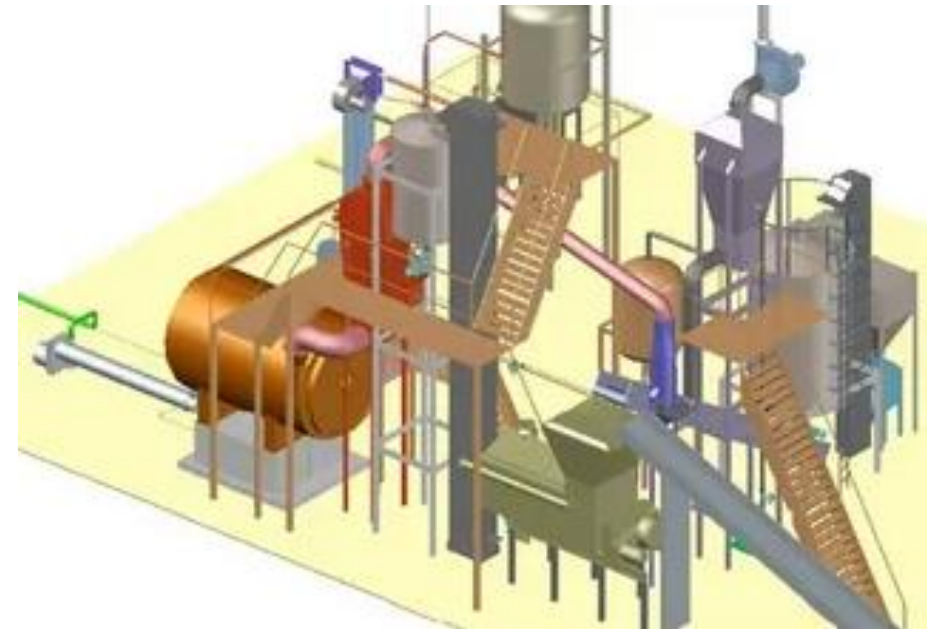
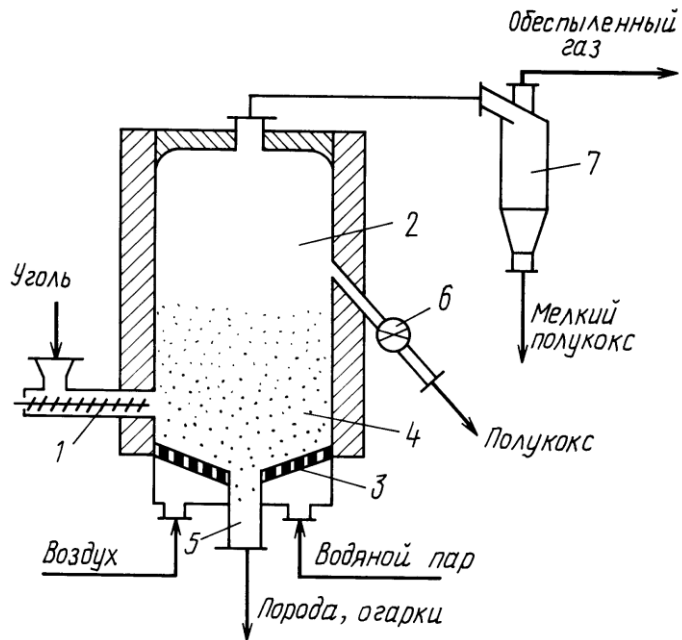
Жидкие и газообразные продукты коксования углей являются исходным материалом для получения взрывчатых веществ, фенолов, сахарина, нафталина, продуктов парфюмерии и медицины, различных кислот, сильнейших ядов, моторного топлива, германия и других металлов, строительных материалов и множества других веществ. В настоящее время при коксовании углей извлекается около 30-40 продуктов, а в перспективе их возможно получить до 350.

## Полукоксование углей

Полукоксование (швелевание) - процесс сухой перегонки угля без доступа воздуха при температуре 500-550°C с целью получения первичной смолы (дегтя), полукокса, газа и пирогенетической (подсмольной или надсмольной) воды. При этом состав и выход продуктов колеблется в широких пределах и зависит от качественных показателей углей, поставленных целей и применяемой технологии их переработки.

Для оценки качества углей, идущих на полукоксование необходимо учитывать следующие показатели: выход смолы, соотношение выхода смолы к выходу газа, содержание в смоле кислых веществ и серы, влажность и зольность угля, выход полукокса и его качество, прочность и термическая стойкость угля, выход аммиака, спекаемость угля. Основным показателем использования угля для полукоксования является выход органических продуктов - смолы.

Для полукоксования преимущественно используются угли с небольшим выходом летучих веществ, дающие высокое содержание первичной смолы. Из каменных углей лучшими для полукоксования считаются длиннопламенные (Д) и некоторые газовые (Г) угли, а из бурых - молодые мягкие угли.



Продукты полукоксования - полукокс, первичная смола, газ, подсмольная и надсмольная вода, а также вещества, получаемые из них широко применяются в различных отраслях промышленности.

Основным продуктом полукоксования является первичная смола, которая используется для непосредственной переработки на жидкое топливо и для гидрогенизации. Смола - темно-коричневая вязкая жидкость, по составу близкая к нефти. Она является ценным сырьем для производства многих продуктов.

Для получения жидкого топлива смолу подвергают дистилляционной перегонке - разделением на фракции при нагреве с постепенным повышением температуры. В ходе дистилляционной перегонки последовательно выделяются бензин, лигроин, керосин, масла и мазут. Твердым остатком перегонки является пек, используемый для производства углеграфитовых блоков, огнеупорных материалов, для дорожных покрытий.

Из каменноугольной смолы также получают ценные химические вещества: фенолы, парафины, креозол и другие продукты. Фенолы используются при производстве пластмасс и синтетических волокон, нафталина, денатурированного спирта, растворителей, различных красителей и лекарственных средств.



Технологический процесс полукоксования углей состоит из следующих операций

1) углеподготовка, включающая дробление, грохочение, сортировку и транспортировку угля в печи полукоксования;

2) полукоксование в специальных печах с получением полукокса и парогазовой смеси;

3) охлаждение парогазовой смеси и конденсации пара с выделением газа и пыли;

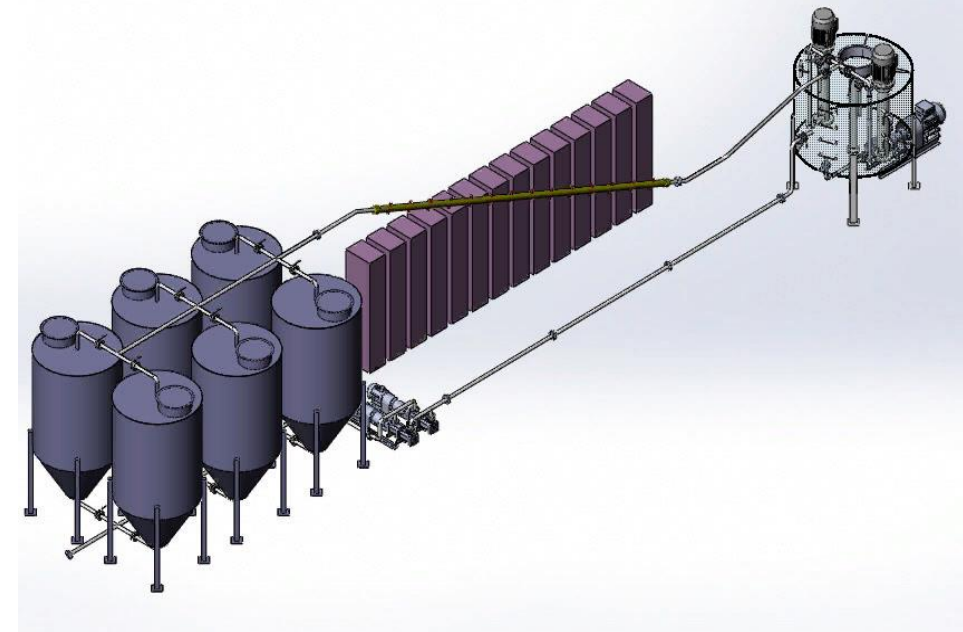
4) обезвоживание сырой смолы, разгонка и очистка бензиновых, лигроиновых и керосиновых фракций и тяжелого остатка в виде мазута и твердого пека.

## Гидрогенизация углей

Гидрогенизация производится путем воздействия на уголь водорода в присутствии катализаторов (соединения молибдена, никеля, кобальта, алюминия, вольфрама и других элементов), в результате чего уголь переходит в жидкость с выходом ее до 70-90 % от горючей его массы. Измельченный уголь, насыщенный водородом, при высоких температурах (380-550 °С) и давлении, превращается в синтетический жидкий продукт, который по составу мало отличается от природной нефти.

Конечной продукцией гидрогенизации являются бензин, керосин, лигроин, котельное топливо, смазочные масла, деготь, углеводородные газы, сера, аммиак, фенол, крезол, ксилол, пирен, парафин, толуол, бензол, нафталин и другие ценные химические компоненты.

Для гидрогенизации пригодны малозольные слабометаморфизованные бурые и каменные угли марки Д-Г с высоким содержанием витринита и липтинита. На производство 1 т жидкого топлива расходуется 5,5 т бурых и 3 т каменных углей. Из жидких продуктов получено бензина 21 %, газотурбинного 22 % и дизельного топлива 57 %.



# Технологическая схема процесса гидрогенизации бурого угля фирмы Nippon Brown Coal Liquefaction (NBCL), Япония

