

Борисова Н.Л.

Подготовка к урокам географии в 7 классе: Черная металлургия, цветная металлургия  
География: научно-методический журнал. 2014. – № 11. – С.40-54.

### **Тема 6. ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ**

**Цель занятия:** уяснить особенности функционирования предприятий чёрной металлургии, специфику технологических процессов выплавки черновых металлов. Изучить технико-экономические особенности производства, факторы размещения металлургических предприятий.

Основные понятия, термины	Основное содержание
Чёрная металлургия, доменный процесс, чугун, сталь, мартеновский способ, электроплавка, дулекс-процесс, прокатное производство, бескоксый либо конверторный способ, железные руды, шихта, кокс, доменная печь, электрометаллургия, конвертор, концентрат, агломерация, бездоменная металлургия	1. Роль чёрной металлургии в народном хозяйстве. 2. Исходные материалы для производства чугуна. 3. Доменное производство. 4. Производство стали. 5. Прокатное производство. 6. Порошковая металлургия. 7. Чёрная металлургия и окружающая среда.

#### Вопросы для обсуждения

1. Значение и состав чёрной металлургии. Виды черных металлов.
  2. Исходные материалы для производства чугуна и особенности доменного процесса.
  3. Сущность сталеплавильного процесса, способы производства стали.
  4. Безкоксая металлургия и её преимущества.
  5. Типы металлургических предприятий, особенности их размещения.
- Комбинирование в чёрной металлургии.

#### **Основные сведения**

*Чёрная металлургия* – это вся система производства от добычи и подготовки сырья, топлива, до выпуска проката и изделий дальнейшей переработки.

Сырьём для чёрной металлургии является руда, железо, марганец и др. Железо и его сплавы с углеродом и другими элементами образуют группу чёрных металлов. В зависимости от количества, содержащегося в железе углерода, чёрные металлы делят на чугун и сталь. Если содержание углерода в сплаве менее 2%, то сплав называют сталью. А при содержании углерода от 2% и более сплав называется чугуном. Важнейшей особенностью стали является её ковкость и способность менять механические свойства в результате быстрого охлаждения.

Предприятия чёрной металлургии могут быть нескольких типов: комбинаты и заводы полного цикла, где производятся чугун, сталь, прокат.

Эти комбинаты размещают либо вблизи сырьевой базы, либо у топливных ресурсов.

Заводы неполного цикла (передельные – производство стали и проката)- ориентируются на вторичное сырьё (лом) и на потребителя (машиностроения).

Характерные черты чёрной металлургии: производство основной части металла на комбинатах, внедрение безотходных технологий получения металла, внедрение новых способов получения металла, безкоксовый, внедоменный, порошковая металлургия. Основные производства: добыча и обогащение железной руды, коксование угля, получение чёрных металлов при вторичном использовании металлолома, производство ферросплавов, прокатное производство.

*Основные типы предприятий:*

1. Металлургические комбинаты делятся по нескольким направлениям: стадия технологического процесса, стадия использования отходов (утилизация выбросов), предприятия по выпуску стали и проката (передельная металлургия) без производства чугуна.

2. Малая металлургия (производство металла на машиностроительных предприятиях), по выпуску качественной стали. Ориентируются на дешёвую электроэнергию, т.е. на ГЭС.

*Производство чугуна. Доменный процесс.* Для получения чугуна требуются железные и марганцевые руды, топливо, флюсы и кислород.

В чёрной металлургии применяются следующие виды железных руд, красный железняк, магнитный железняк, бурый железняк и др.

Перед использованием в доменном процессе железные руды проходят ряд предварительных обработок: дробление, обжиг, обогащение и агломерация.

Дробление имеет целью придать руде единое физическое состояние. Обжиг руды производится для удаления из руды химически связанной воды, углекислоты, частичного удаления серы и фосфора.

Обогащение руды преследует цель повысить в руде содержание железа за счёт удаления пустой породы.

*Агломерация* – это процесс спекания рудной мелочи, процесс опускания порошкообразных руд. Несмотря на предварительную обработку руды, в ней остаётся определённое количество пустой породы. Поэтому в доменную шихту вводят флюсы (известняк, кремнезём). Они вступают в реакцию с пустой породой и образуют соединения – шлак. Для производства чугуна, кроме подготовленной руды, требуются технологическое топливо (кокс), флюсы, вода, а также легирующие материалы.

Кокс используется при выплавке чугуна как технологическое топливо, т.е. вместе с рудой помещается в печь для химического восстановления железа.

Побочными продуктами чёрной металлургии являются: газы (доменные, коксовые, сернистые), их используют для вторичного подогрева печей и как сырьё для химической промышленности. Шлаки идут на

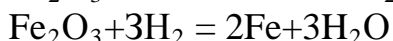
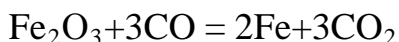
производство кирпича, цемента, бетона и др. Чугун является сырьём для выплавки стали и ферросплавов. Отрасль очень материалоёмкая, поэтому ориентируется на месторождениях железной руды и на месторождениях по добыче угля.

Шихта – смесь исходных материалов, а в некоторых случаях (например, при выплавке чугуна в доменной печи) и топлива в определённой пропорции, подлежащая переработке в металлургических агрегатах. Работа доменных печей происходит непрерывно в течение нескольких лет, пока не потребуются капитальный ремонт.

Продуктом доменного процесса являются также ферросплавы, или специальные чугуны. Наиболее распространёнными являются ферромарганец, ферросилиций, феррохром и др. Ферромарганец содержит 90 % марганца, ферросилиций – 10 – 95 % кремния, феррохром – не менее 65 % хрома. Ферросплавы, как правило, применяются в качестве добавок, или присадок, при получении стали.

В доменном процессе топливо выполняет две функции: служит источником тепла и является источником углерода, необходимого для восстановления железа.

*Нетрадиционные способы современной металлургии. Бездоменное производство.* Технологический процесс получения металла начинается с производства окатышей из концентрата железной руды (шариков диаметром 10 – 12 мм). Из окисленных окатышей с помощью природного газа получают металлизированные окатыши с содержанием 90 – 95% железа. Из окатышей, содержащих значительно меньше, чем чугун, углерода, (около 1%), фосфора, кремния, в электропечах получается качественная сталь. Для производства 1 т окатышей (губчатого железа) расходуется 500 – 600 м<sup>3</sup> природного газа.  
*Получение окатышей.* В измельченный железный концентрат добавляют, глину, с тем, чтобы он лучше окомковывался при обжиге, и известняк, выступающий в дальнейшем в качестве флюса. Эту смесь помещают во вращающиеся барабаны – грануляторы. При этом образуются окисленные окатыши. Последние обжигают, а затем обрабатывают природным газом в шахтных печах. Первоначально природный газ подвергают конверсии путём добавления углекислого газа. При этом образуется угарный газ и водород. Угарный газ и водород, нагретые до температуры 1000 – 1100 °С, вдувают в шахтную печь, где они взаимодействуют с окисленными окатышами, восстанавливая железо:



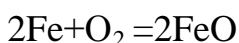
В результате указанных процессов образуется губчатое железо – металлизированные окатыши, имеющие высокое содержание чистого железа. Главным фактором размещения данного производства – близость к железорудному сырью, влияние топливного фактора существенно ослабло.

*Производство стали.* Сущность сталеплавильного процесса. Основные способы производства стали из чугуна. Переработка чугуна в сталь

производится в мартеновских печах, конвертерах, электропечах. Суть процесса состоит в окислении примесей, входящих в состав чугуна.

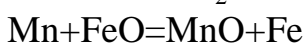
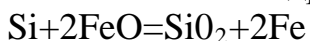
*Мартеновский способ.* Печи выдерживают 400 – 500 плавов (5 – 3 плавки в сутки). Плавка длится 6 и более часов. За 1 минуту производится 1 т стали. Очень топливоёмкое производство. Вторым способом получения стали в мартеновских печах является рудный процесс. Мартеновские печи, работающие по рудному процессу, входят в состав металлургических комбинатов, имеющих полный металлургический цикл.

*Кислородно-конверторный способ* получения стали основан, на выжигании в расплавленном чугуне примесей продуванием кислородом в конвертерах. Конвертер представляет собой стальное сооружение грушевидной формы ёмкостью от 20 до 350 т. Внутри он выложен огнеупорным материалом, вверху имеет отверстие — горловину, через которую заливается жидкий чугун и заваливается скрап. Печь может поворачиваться вокруг горизонтальной оси, что осуществляется двумя электродвигателями. По водоохлаждаемой фурме, вводимой лебёдкой в горловину конвертера, подаётся кислород под давлением 9 – 14 атмосфер. Процесс начинается с завалки металлолома в горловину наклонённого конвертера. Затем заливается жидкий чугун. Первоначально окисляется железо:

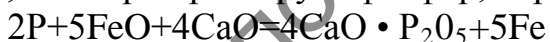


Затем железо восстанавливается за счёт окисления углерода:

$\text{FeO} + \text{C} = \text{CO} + \text{Fe}$  и других примесей (кремния и марганца):



Для удаления из чугуна фосфора в конвертер вводится флюс – известь (CaO), с которой реагирует фосфор, образуя шлак:



Процесс не требует топлива, так как тепло выделяется за счёт сгорания углерода, фосфора и др. Накапливающийся шлак выводят из конвертера через горловину. Преимущества этого способа – более дешёвый агрегат, чем мартеновская печь, быстрота процесса и более высокая производительность, экономия топлива, меньшие эксплуатационные расходы. Недостатки – потери металла за счёт выгорания (выход 90 – 93%), ограниченные возможности использования металлолома.

*Электроплавка.* Выплавка стали с помощью электроэнергии производится в дуговых и индукционных электропечах. Очень электроёмкий, но позволяет производить легирующие стали. Применяются легирующие металлы: титан, вольфрам, ванадий. Электродуговой способ получения стали даёт возможность получать сталь с незначительными примесями фосфора и серы, которые являются очень нежелательными составными частями, так как ухудшают её качество.

Индукционным способом электроплавки получают высоколегированные, нержавеющие, жаропрочные и другие виды стали.

*Дуплекс-процесс.* Один из способов получения высококачественной стали. Он основан на использовании в электропечах жидкого металла (стали), полученного в конвертах на кислородном дутье или мартеновской печи. Экономической основой применения этого процесса является небольшой расход электроэнергии для получения высококачественной стали.

*Прокатное производство.* Прокатка металла – это способ его обработки с помощью давления и обжатия, получают прокат различных сортов: круглый, квадратный, рельсовый, угловой, трубы производятся литьём и прокаткой. Прокат используется в машиностроении и строительстве: проволока, балки, рельсы и т.д.

Таблица  
*Металлургический комплекс*

Совокупность отраслей, производящих разнообразные металлы (добыча руд, металлов, их обогащение, выплавка металла, производство проката).		
<i>Основные факторы размещения предприятий металлургии</i>		
Особенности используемого сырья (руды).	Применяемый для получения металла вид энергии	География сырьевых и энергетических источников
<i>Типы металлургических предприятий</i>		
Металлургические предприятия полного цикла, производящие чугун, сталь, прокат.	Сталелитейные и сталепрокатные заводы «передельной» металлургии.	Предприятия бездоменной металлургии (электропечи).

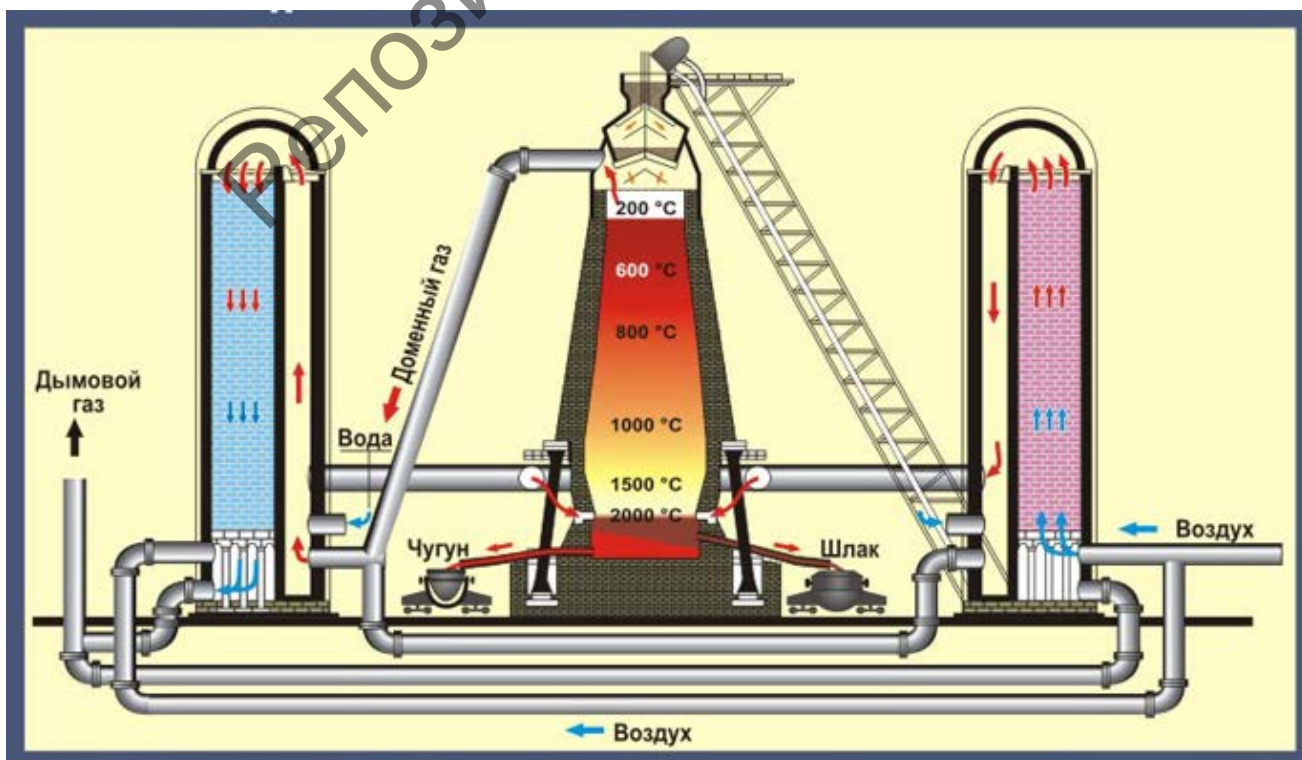


Рис.1. Производство чугуна

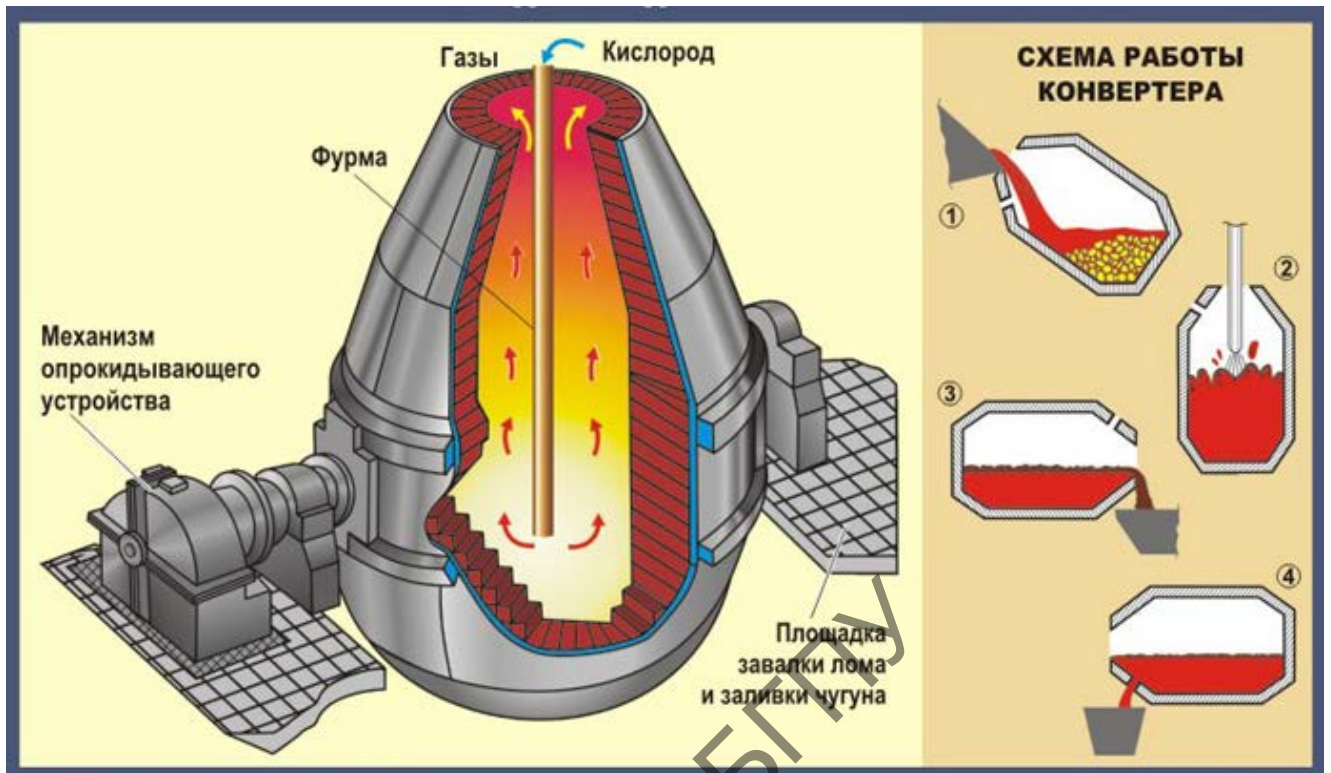


Рис. 2. Конвертер с кислородным дутьём

### Тема 7. ЦВЕТНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

**Цель занятия:** изучить специфику технологических процессов производства важнейших цветных металлов, технико-экономические особенности производства и их влияние на размещение предприятий, выяснить особенности сырьевой базы.

Основные понятия, термины	Основное содержание
Цветная металлургия, бокситы, глинозём, группы цветных металлов, свойства цветных металлов, обогащение, флотация, гидрометаллургический и пирометаллургический способ переработки, штейн, черновые металлы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роль цветной металлургии в народном хозяйстве.</li> <li>2. Исходные материалы для производства металлов.</li> <li>3. Производство меди.</li> <li>4. Производство алюминия.</li> <li>5. Производство цинка, свинца.</li> <li>6. Цветная металлургия и окружающая среда.</li> </ol>

#### Вопросы для обсуждения

1. Состав цветной металлургии, особенности сырьевых ресурсов, общие черты технологического процесса.
2. Пирометаллургический и гидрометаллургический способы извлечения



цветных металлов.

3. Техничко-экономические особенности производства меди, свинца, цинка и их влияние на размещение предприятий.

4. Технологическая схема производства и размещение предприятий металлургии лёгких металлов - алюминия, титана.

5. Основные направления научно – технического прогресса в цветной металлургии.

### **Основные сведения**

*Классификация цветных металлов. Особенности сырьевой базы, общие черты технологического процесса, особенности размещения предприятий.*

Цветная Металлургия включает 14 самостоятельных отраслей, производящих сплавы, алмазы, электроды и следующие группы металлов:

1. группа тяжёлых цветных металлов:

а) основные (медь, цинк, свинец,)

б) малые металлов (ртуть, сурьма и др.);

2) лёгких металлов (алюминий, магний);

3) редких металлов (германий, бор, селен);

4) легирующих металлов, использующихся в основном в чёрной металлургии (вольфрам, ванадий, хром),

5) благородных металлов (золото, платина, серебро и т.д.);

Почти все цветные металлы обладают пластичностью и вязкостью. Отдельные цветные металлы обладают высокой электропроводностью, другие высокой стойкостью к химическим реактивам, третьи лёгкостью. В зависимости от свойств металла и определяется область его применения.

Особенностями цветной металлургии являются низкое содержание полезных компонентов в руде; многокомпонентность руд, высокая материалоемкость отрасли (на 1 т олова 300 т руды). Так, полиметаллические руды содержат цинк, свинец, медь, благородные металлы, серу. Добытые руды сначала подвергаются обогащению, чтобы отделить от руды пустую породу и повысить содержание металла в руде, а также отделить руды различных металлов.

Наиболее распространённым является флотационный способ обогащения. Он основывается на несмачиваемости металлов.

Другим способом обогащения является метод тяжёлых суспензий. Он основывается на использовании тяжёлых жидкостей и разности удельных весов пустой породы и минералов, содержащих металл.

Иногда применяют и химические способы обогащения руд. Например, при обогащении смешанных сульфидных и окисленных руд меди, в пульпу (измельчённая руда, смешанная с водой) добавляют серную кислоту, которая затем флотируется вместе с сульфидной медью. Этот способ позволяет извлечь из руды до 90 % меди вместо 55 % при обычном способе флотации.

*Пирометаллургический, гидрометаллургический способы.*

Переработка металла ведётся 2 способами: *пирометаллургическим и гидрометаллургическим.*

*Пирометаллургический* – самый распространённый. Его сущность в термической обработке концентрата. Концентрат обжигают при температуре 1500 – 1600 °С. Он плавится и образует полуфабрикат: штейн и шлаки. В качестве топлива используют кокс, газ, электроэнергию. При обжиге большинства металлов выделяется сернистый газ, который идёт на производство серной кислоты.

*Гидрометаллургический*. Руда переводится в состояние раствора (в качестве растворителя серная кислота). Раствор подвергают электролизу, в результате которого выделяется чистый металл. Такое производство ориентируется на производство серной кислоты и на дешёвую электроэнергию.

*Технико-экономические особенности производства тяжёлых металлов (меди, свинца, цинка). Особенности размещения предприятий.*

*Медь*. Для производства меди используются два рода руд: сульфидные – соединение меди с серой, и окисленные руды – соединение меди с кислородом.

Сульфидные руды – медный колчедан, ковелин, пириты.

Окисленные руды – малахит, тенорит.

Металлургическая переработка концентратов осуществляется по одному из 2 способов. Пирометаллургический способ включает три последовательные стадии – получение штейна, черновой меди и рафинирование черновой меди.

При гидрометаллургическом способе используется окисленная руда. Для перевода окисленных руд в растворимые соединения на руду действуют серной кислотой, которая с окислом меди образует серноокислую соль. Для получения серноокислой меди могут быть использованы медные руды, которые непригодны для обогащения. Из серноокислой меди металлическая медь может быть получена двумя способами – путём воздействия на раствор железом (цементация меди) или электролизом раствора серноокислой меди. Все медеплавильные заводы работают в районах добычи сырья.

*Цинк* – синевато-белый металл, обладающей средней плотностью и высокой антикоррозийностью. Он легко образует сплавы с медью, железом, серебром и др. Половина производимого цинка идёт на цинкование труб, ванн, посуды. Примерно 10 % идёт на изготовления мазей, капель. Сырьё для производства цинка – сернистый цинк (цинковая обманка). С помощью флотации он отделяется от руд других металлов. Металлический цинк получают по одному из 2 способов. Более распространён гидрометаллургический. Сущность его в том, что на цинковый концентрат воздействуют слабой серной кислотой, и цинк переводится в растворенное состояние. Раствор серноокислого цинка очищается и подвергается электролизу. На катоде выделяется металлический цинк. Затем его плавят и отливают в слитки. По пирометаллургическому способу цинк получают путём восстановления окиси цинка углеродом (коксом). Концентрат цинка смешивается с коксом и прокаливается. В результате восстанавливается металлический цинк. Заводы, работающие по этому способу, размещаются в



районах добычи каменного угля. Цинк на начальной стадии ориентируется на сырьевую базу. Далее производство цинка ориентируется на топливо и энергию, а свинец остаётся у сырьевой базы. Свинец и цинк (всегда в природе добываются вместе – свинцово-цинковые руды). Цинка в руде – 7 %, свинца – 2 – 3 %.

*Свинец* используется в ядерной и атомной промышленности, в полиграфической печати. Это – мягкий и пластичный металл. Он легко поддаётся всем видам обработки. Применяется в кабельной промышленности, в производстве аккумуляторов и т.д. Сырьём для получения свинца является ряд его соединений, встречающихся в природе. Основным сырьём является свинцовый блеск (галенит) – соединение свинца с серой.

*Сырьевая база, особенности технологического процесса и размещения предприятий по производству алюминия и титана.*

*Алюминий* – лёгкий, антикоррозийный, имеет высокую электро- и теплопроводность, пластичный. Легко образует различные сплавы. В качестве сырья для получения алюминия используются бокситы, нефелины, алуниты и сиениты. В алюминиевой промышленности используются те бокситы, в которых содержание глинозёма превышает 40 %. Первоначально из бокситов выделяют глинозём, а последний затем подвергают электролизу. Глинозём является стойким окислом, имеющим температуру плавления 2050 °С, поэтому получение алюминия осуществляется электролитическим путём. Этот процесс электроёмкий. Расход электроэнергии составляет 19 тыс. кВт/ч на 1 т алюминия. Производство глинозёма осуществляется в районах добычи сырья, так как расход его составляет 4 т на 1 т глинозёма, а производство металлического алюминия размещается в центрах дешёвой электроэнергии, в основном у крупных ГЭС.

*Титан* – высоко прочный металл, дорогой, электроёмкий, очень лёгкий, температура плавления 1668 °С. Используется в авиа- и ракетной промышленности, производстве часов, электронике, в химической промышленности. Для получения титана используются титановый железняк. Руды титана подвергаются обработке углеродом и одним из галогенов, чаще хлором. Путём такой обработки получают четырёххлористый титан. Последний вводится в реторту, куда до этого был помещён металлический магний, нагретый до 1000 °С. Магний, как химически более активный элемент, вступает в соединение с хлором и освобождает титан. Предприятия по производству титана комбинируются с магниевыми заводами в центрах, хорошо обеспеченных дешёвой электроэнергией.

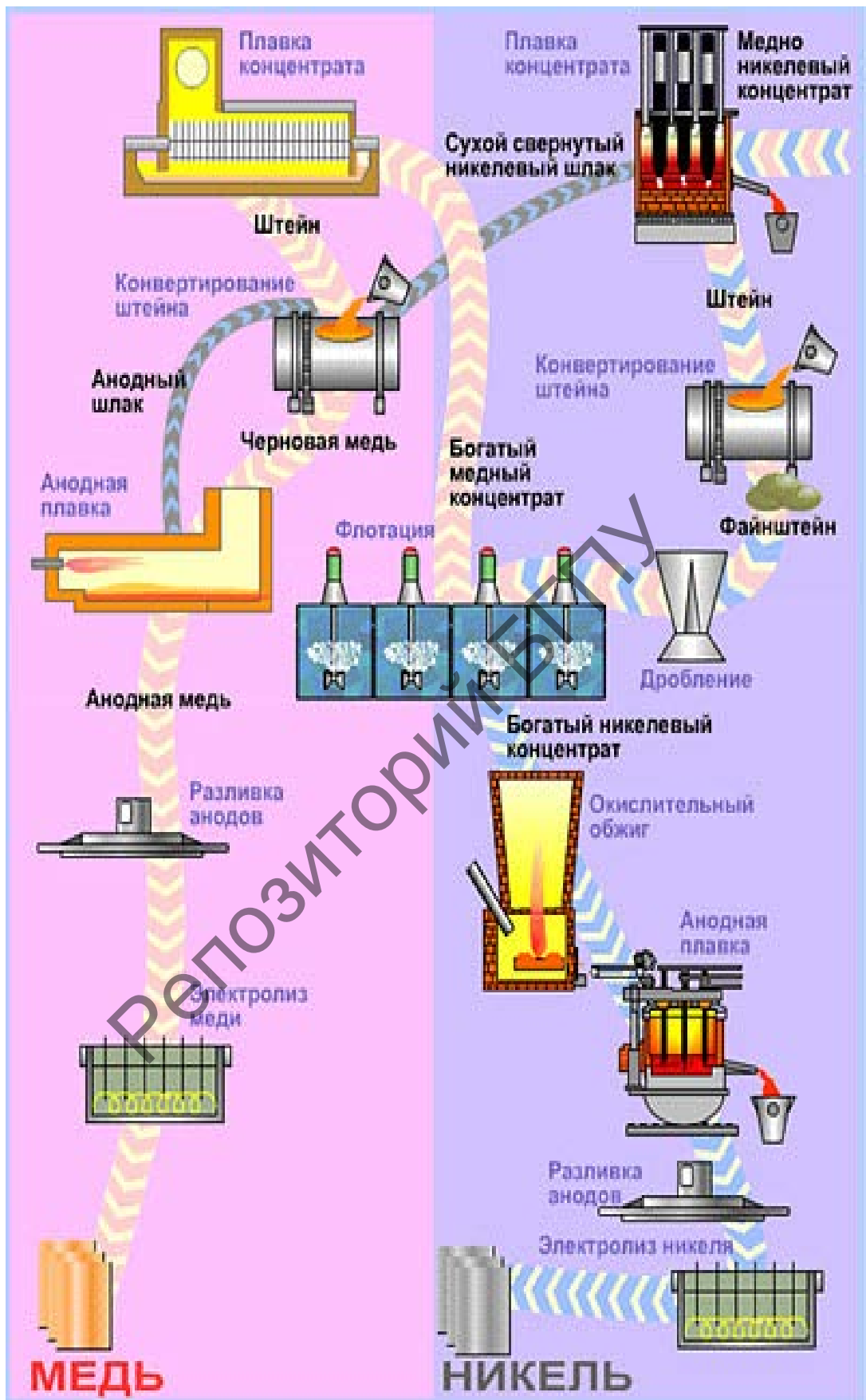


Рис. 2. Технологический процесс производства меди и никеля