МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

КЕМЕРОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.А. Брезе, О.Э. Брезе

СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЙ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ

Учебное пособие

Рекомендовано Сибирским региональным учебно-методическим центром высшего профессионального образования для межвузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 080200.62 «Менеджмент»

Кемерово
2012

УДК 33(075)
ББК 65:30.6я7
Б87

Рецензенты:
В.М. Киселёв, профессор кафедры
Кемеровского института (филиала) Российского государственного
торгово-экономического университета, доктор технических наук, профессор;
Л.Л. Зобова, профессор кафедры «Экономическая теория»
Кемеровского государственного университета, доктор экономических наук

Рекомендовано редакционно-издательским советом
Кемеровского технологического института
пищевой промышленности

Брезе, В.А.
Б87 Системы технологий отраслей экономики [Текст] : учебное пособие / В.А. Брезе, О.Э. Брезе ; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово : Кемеровский институт пищевой промышленности, 2012. – 318 с.
ISBN

Изложены основы технологической системы России, основы технологий важнейших отраслей экономики, раскрыты понятия технологии и технологической системы предприятия, содержит анализ систем технологий и перспективы их развития.

Предназначено для студентов вузов экономических специальностей, может быть полезно преподавателям, руководителям промышленных организаций.

УДК 33(075)
ББК 65:30.6я7

ISBN

© КемТИПП, 2012

Авторы выражают огромную благодарность рецензентам
Киселеву Владимиру Михайловичу, д.т.н., профессору,
Зобовой Людмиле Львовне, д.э.н., профессору,
а также эксперту-рецензенту
Аксеновской Надежде Алексеевне, к.т.н., доценту
и редактору Журиной Ирине Николаевне
за полезные рекомендации, помощь и внимание
при работе над рукописью этого пособия

ПРЕДИСЛОВИЕ

Рост экономики России в начале XXI века оставался экстенсивным. Промышленность предъявляла весьма ограниченный спрос на новые технологии, практически не повышалась энергоэффективность национальной экономики, росли издержки производства. Для изменения сложившегося положения требовалось проведение модернизации всей экономики страны. Начало международного экономического и финансового кризиса в 2008 г. и избрание в 2009 г. на пост президента Российской Федерации Д.А. Медведева, который объявил курс на модернизацию стратегическим направлением реформирования, ускорило движение России в сторону модернизации.

Ввиду этого изучение дисциплины «Системы технологий отраслей экономики» студентами экономических специальностей приобретает особо важное значение. Целью изучения курса является формирование у студентов прогрессивного технико-экономического мышления, основанного на представлениях о технологических системах как объектах, обладающих объективными закономерностями формирования и развития; понятия зависимости направления и темпов экономического роста от тенденций и качества технологического комплекса страны, регионов.

В учебном пособии понятие «технология» рассматривается не как принадлежность к «чистому производству», а как система, механизм деятельности человека в любой среде, в том числе банковской, бухгалтерской, управленческой, научной, образовательной и т.д. Это связано с тем, что в любом виде этой деятельности присутствуют три основных фактора: средства производства (орудия труда и предметы труда), квалифицированная рабочая сила и инфраструктура.

Знания и навыки, приобретённые в процессе изучения дисциплины, необходимы экономистам, экономистам-менеджерам и другим специалистам при принятии научно-технических, производственных, организационных, коммерческих и других решений; при технико-экономическом и финансовом анализе производств; при проверке и обеспечении высокого уровня потребительских свойств продукции; при оценке качества продукции; при ценообразовании на производимые товары; при учете и контроле расходования материально-технических средств и производственных затрат.

Глава 1
НАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РОССИИ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

1.1. НАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И ЭКОНОМИКА

В последние годы в связи с развитием в России рыночных отношений, расширением возможностей внешнеэкономической деятельности значительно возрос интерес к изучению национальной технологической системы и её сближении с технологическими системами передовых экономик мира.

В основе развития рынка лежит движение и накопление капитала. Оно материализуется в средствах производства, производственной инфраструктуре и квалифицированной рабочей силе.

Средства производства, производственная инфраструктура и квалифицированная рабочая сила образуют национальную технологическую систему, которая является, по существу, материальным воплощением накопленного капитала (рис. 1.1).

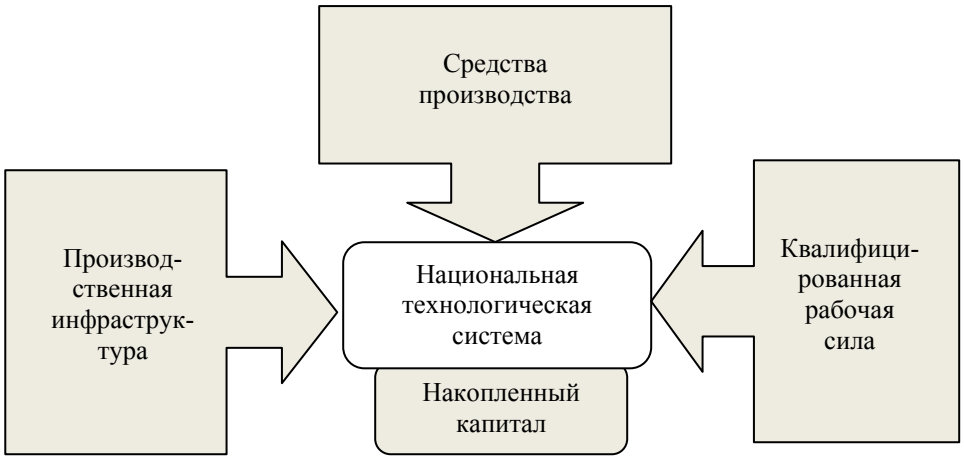


Рис. 1.1. Структура национальной технологической системы

Именно ее исторически сложившийся уровень определяет, с одной стороны, социально-экономическое состояние общества, включая жизненный уровень населения, стабильность экономики и воспроизводство её параметров, политическую и экономическую самостоятельность и другие макро-

экономические показатели, с другой – место и роль национальной экономики в мирохозяйственных связях.

Рынок любой относительно замкнутой социально-экономической системы представляет собой систему инструментов, которая обеспечивает товарно-денежное обращение в обществе, если оно вышло из натурального хозяйства. Состояние рынка адекватно отражает сложившийся уровень социальной культуры нации, включая уровень её хозяйственного развития, состояние институциональных структур, уровень технологической, экономической и духовной культуры, присущую нации систему ценностей и многие другие факторы. Оптимальность использования национального капитала в конкретных исторических условиях во многом зависит от того, насколько правильно установлено *политически* соотношение доли государственного и рыночного регулирования его движений (рис. 1.2).

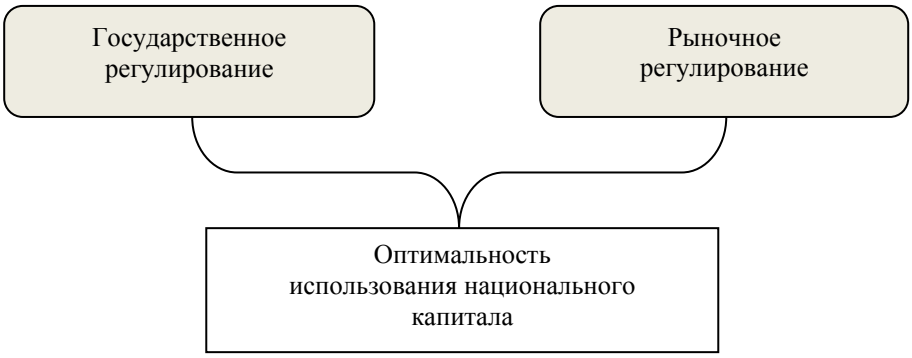


Рис. 1.2. Оптимальность использования национального капитала

Предпосылками роста конъюнктуры в экономике, в том числе - обязательными условиями выхода из кризиса, являются:

– наличие накопленного капитала;

– превышение текущего накопления капитала над кривой его инвестиций;

– наличие центров аккумуляции капитала;

– наличие свободного капитала.

На национальном уровне существуют только два источника его накопления: внутренний – за счёт производительной сферы – и внешний – за счёт привлечения иностранного капитала. **Внутренняя торговля и приватизация в любой ее форме, кроме продажи национальных активов за рубеж, являются лишь формой перераспределения национального капитала, а не его источником.**

Входные и выходные технико-экономические параметры отдельных предприятий настроены и сопрягаются по всей технологической цепочке с

предприятиями-смежниками, поэтому их функционирование нельзя рассматривать вне национальной технологической системы. Распад СССР как единого технологического пространства привел к разрыву установившихся, т.е. имевших сопряжение по техническим параметрам, ценам, загрузке мощностей, графикам поставки продукции и т.д. связей предприятий-изготовителей с поставщиками и к развалу технологической системы в целом, к деиндустриализации экономики и России, и стран СНГ.

Развал промышленности особенно ощутим в последних, так как периферийные отраслевые предприятия СНГ оказались отделёнными от головных, расположенных преимущественно в центральной части России, а их перепрофилизация требует инвестиций. Например, прекращение поставок электропоездов из Латвии привело к необходимости поиска инвестиций для развития и создания аналогичного производства в Санкт-Петербурге, а латвийскому заводу под нового потребителя придётся перестраивать свою технологическую систему. То есть разрыв технологический цепи требует инвестиций с обеих сторон.

Наиболее приемлемым выходом в этой ситуации для всех предприятий, вероятно, было бы создание на базе бывших отраслевых объединений транснациональных компаний в пределах СНГ, но это решение носит скорее политический, чем экономический характер. Кроме того, следует учесть, что при переходе к частному капиталу контрольные пакеты многих предприятий, особенно в бывших республиках, были приобретены иностранным капиталом, технологические системы полностью или частично перепрофилированы, а следовательно, выпускаемая продукция или не может быть использована смежниками по своим технологическим параметрам, или требует перенастройки и сопряжения соответствующих технологических систем предприятий, а также согласования экономических параметров. Кажущийся, на первый взгляд, свободный для рыночной экономики выбор и замена поставщика на практике ограничены сложившейся производственной мощностью поставщиков однородной продукции, необходимостью сопряжения технологических параметров, стоимостью поставок с учётом транспортных расходов и многими другими факторами

Квалифицированная рабочая сила представляет собой совокупность физических и духовных сил общества, которые отвечают современному уровню развития средств производства и могут быть использованы в технологической системе, обеспечивая ее эффективное функционирование.

На формирование квалифицированной рабочей силы влияют:

– генотип нации;

– исторически сложившаяся общая культура;

– плотность населения;

– характер социально-экономической системы;

– структура и уровень развития национальной (региональной) технологической системы и многие другие факторы.

Состояние квалифицированной рабочей силы определяет восприимчивость нации региона или другой относительно замкнутой системы к технологическим инновациям, к введению промышленных объектов, а приживаемость любой вносимой извне технологии в соответствующем регионе определяется наличием способной адаптироваться к ней квалифицированной рабочей силы или возникает необходимость ввоза квалифицированной рабочей силы извне. Так, потребность в квалифицированной рабочей силе в ряде республик привела в свое время к перекачке её из центральных районов России.

Квалифицированная рабочая сила как капитал имеет особенность, а именно – затраты на её подготовку несёт общество, а использование её зависит от поведения индивидуума. Квалифицированная рабочая сила является тем капиталом, который наиболее свободно переливается за рубеж, не принося дохода стране происхождения и увеличивая капитал страны нового места проживания. Вероятно, это и является одним из мотивов промышленно развитых стран защиты тезиса о свободе выбора страны местожительства, так как вероятность оттока квалифицированной рабочей силы в промышленно отсталые страны очень мала.

Прежде чем перейти к рассмотрению следующей составляющей национальной технологической системы, а именно – производственной инфраструктуры, вспомним определение инфраструктуры.

Инфраструктура (от лат. *infra* – ниже, под – и *structura* – строение, расположение) – термин, появившийся в экономической литературе в конце 40-х гг. XX в. для обозначения комплекса отраслей хозяйства, обслуживающих промышленное и сельскохозяйственное производство (строительство шоссейных дорог, каналов, портов, мостов, аэродромов, складов; энергетическое хозяйство, железнодорожный транспорт, связь, водоснабжение и канализация, общее и профессиональное образование, расходы на науку, здравоохранение и т.д.).

Производственная инфраструктура России имеет ряд особенностей, отличающих её от других национальных систем.

Во-первых, огромная территория России требует для создания и эксплуатации необходимых коммуникаций и энергетических сетей колоссальных затрат капитала, поэтому формирование производственной инфраструктуры и поддержание её эксплуатационной готовности исторически финансировалось правительством из бюджета (например, при строительстве железных дорог в конце XIX века «из каждого рубля, затраченного на железную дорогу, частные предприниматели внесли только 8 копеек, остальные 92 – правительство» [1]). Отсутствие в бюджете свободных средств ведет к замораживанию нового строительства, прекращению воспроизводства инфраструктуры и её разрушению, которое в условиях России может вызвать не только разрушение промышленности, сельского хозяйства, внести социальную напряжённость, но и привести к экологическим катастрофам. К примеру, из 25 энергоблоков российских АЭС 12 были построены 25 лет назад и имеют проектный ресурс 30 лет. Это значит, что ресурс их использования почти закончен. Об этом же свидетельствуют взрывы нефтепроводов, шахтах и т д.

Во-вторых, сказываются последствия почти полного уничтожения инфраструктуры и основных фондов во время мировой войны.

В-третьих, отмечается исторически сложившаяся технологическая отсталость России и более позднее, чем на Западе, начало строительства производственной инфраструктуры.

В-четвертых, более суровые природно-климатические условия требуют, безусловно, более высоких затрат материально-энергетических ресурсов на обеспечение нормального функционирования промышленности и сельского хозяйства.

В-пятых, наблюдается исторически сложившийся высокий уровень автономности технологической системы России, базирующейся на наличии в ней практически всех видов природных ресурсов.

Рассмотренные особенности, свойственные исключительно России, обуславливали и обуславливают неизмеримо большие, чем в странах Запада, затраты капитала на формирование производственной инфраструктуры и, следовательно, требуют оттока инвестиций из производящих отраслей.

Кроме того, основные фонды производственной инфраструктуры имеют более длительный, чем в производственных отраслях, срок службы (эта особенность отмечена Н. Кондратьевым [9] при обосновании теории длинных циклов). Если учесть, что большая часть российских электростанций и транспортных артерий построены после войны, то настоящий период можно рассматривать как находящийся на спаде цикла конъюнктуры и требующий высоких затрат на техническое перевооружение

В историческом аспекте промышленность Западной Европы развивалась эволюционно «снизу» – по мере роста потребностей и развития спроса, поиска и реализации удовлетворяющих их инноваций и накопления свободного капитала в центрах его аккумуляции – в банках, торгово-промышленных центрах и т.д., но не в бюджете, не в «центре». Синхронно, по мере становления рынка, развивались и обслуживающие его институциональные структуры – банки, биржи, юридические органы и т.д., изменялись организационные формы предприятий, они не создавались под давлением «сверху».

В России, где до конца XIX в. ещё сохранялось натуральное хозяйство, развитие промышленности инициировалось и поддерживалось правительством из общенациональных интересов и обеспечения армии, т.е. «сверху», внедрялось на социально не созревшей почве. Формирование технологической системы России осуществлялось путем импорта западных технологий и оборудования в счет бюджета, государственного долга и путем инвестиций западного капитала, при этом создаваемые правительством казенные заводы передавались (приватизировались – по современной терминологии) в частные руки.

«Убыточность казенных заводов послужила поводом к тому, что при преемниках Петра заводы эти стали предметом хищничества разных стоявших у дел корыстолюбцев. Так, учрежденная в 1738 году особая «Комиссия о горных делах» пришла к заключению, что «полезнее интересу Её Императорского Величества отдать как старые, так и новые казенные заводы охочим

людям в компанию». Благодаря этому, покровительствуемый Бароном генерал-берг-директор Шемберг, выходец из Саксонии, сделался владельцем горы Благодати со всеми прилежащими к ней заводами. В 1742 году Шемберг «за казенную недоимку, при собрании Правительствующего Сената арестован, кавалерия с него снята», сам он выслан за границу. Затем, так как казенные заводы продолжали идти плохо, то снова была основана комиссия, которая пришла к тому же заключению, т.е. к необходимости отдать заводы в частные руки.

В мае 1754 года граф П.И.Шувалов выхлопотал указ Берг-коллегии, которым велено гороблагодатские заводы: Туринский, Кушвинский, Баранчинский и строившийся на Туре завод с приписанными к тому заводу крестьянами, выделанным чугуном и железом отдать ему, «яко к тому содержанию и размножению оных заводов надежной персоне». Уплата денег за заводы рассрочена на 10 лет, а на действие заводов тотчас же полностью выдана годичная сумма... По следам Шувалова пошли другие вельможи: Юговские заводы отданы графу Чернышеву, Алапаевский, Синячихинский и Суксунский лейб-гвардии Измайловского полка секунд-майору А. Гурьеву, Сылвинский и Уткинский – камергеру Згужинскому, Пыскорский, Висимский и Мотовилихинский – графу М.Д. Воронцову. Верх-Исетский – брату его гр. Р.Л. Воронцову – и, наконец, 3 завода: Сысертский, Полдевский и Северский по какой-то случайности попали в руки соликамскому солепромышленнику Турчанинову. В руках казны остались только 2 завода: Екатеринбургский и Каменский. Заводы, доставшиеся всем означенным персонам, предположено было сдать им по оценке: оценка действительно была сделана, но денег никто не уплатил. Впоследствии, впрочем, заводы эти за казенные долги поступили обратно в казну: от гр. Шувалова в 1764 году, от гр. Чернышева в 1770 году, от гр. Воронцова в 1781 году. Характерны при этом следующие цифры: гр. Шувалов получил гороблагодатские заводы за 179689 руб., сдал их обратно в казну за 680420 руб., гр. Чернышев получил Юговские заводы за 92000 руб, сдал обратно в казну за 430000 руб. (Б.Ф. Брандт. Иностранные капиталы. Их влияние на экономическое развитие страны. Ч. 2. СПб,1899. С. 9-11).

Социально-экономическое развитие России, её технологическая система формировались путём мобилизации национальных ресурсов и директивного использования их в социально-значимых и развивающихся отраслях, т.е. в России исторически сложился мобилизационный тип развития.

Особенностью развития технологических систем промышленно развитых стран является также **исторически сложившееся пропорционально потребностям внутреннего рынка соотношение инвестиционного машиностроения и базирующихся на нем добывающих и обрабатывающих отраслей**.

Вывоз капитала в виде инвестиционного оборудования компенсировался и компенсируется импортом товаров более раннего технологического уклада и, начиная с 60-х годов, прямыми инвестициями иностранного капитала в производство этих же или несвойственных национальной технологической системе товаров на своей территории, что освобождает национальные

ресурсы для использования их в наукоёмких отраслях и технологического опережения. Таким образом, **инвестиции иностранного капитала в промышленно развитых странах освобождают собственный капитал для инвестиций в ведущие отрасли нового технологического уклада в национальной технологической системе и способствуют накоплению в них национального капитала.**

В промышленно отсталых странах инвестиционное машиностроение не имеет накопленного капитала, поэтому его становление требует крупных начальных инвестиции, а так как собственного свободного капитала эти страны не имеют, они находятся в воспроизводящейся технологической зависимости от иностранного капитала и его технологической системы. Технологическая система России также настроена на добывающие отрасли, поэтому именно в них направляются инвестиции иностранного капитала.

Попытки России использовать иностранный капитал для становления промышленности в конце XIX в. и в 20-е годы XX в., хотя и дали толчок развитию в отдельных отраслях, но не смогли решить проблему в целом, т.к.:

– во-первых, инвестиции иностранного капитала предполагают вывоз прибыли и, следовательно, снижение накопления капитала в национальной экономике или её реинвестицию с уменьшением доли национальной собственности;

– во-вторых, необходимость замены оборудования при отсутствии собственной машиностроительной базы делает технологическую зависимость от иностранного капитала необратимой;

– в-третьих, конкретные фирмы могут инвестировать средства только в отрасли с наиболее высокой и надежной прибылью;

– в-четвертых – экономический потенциал России настолько велик, что совокупного капитала Запада никогда не хватило бы для его подъёма.

Западный частный капитал инвестируется и будет инвестироваться преимущественно в добывающие отрасли, в перерабатывающие - при получении продукта более глубокой переработки и при наличии более дешевой рабочей силы, экономии на транспортных издержках и экологии, а также в энерго- и материалоемкое машиностроение, производство потребительских товаров из местного сырья (экономия на сырье и рабочей силе).

Расчёт на кредит проблематичен, так как его материализация через западные фирмы автоматически стимулирует рассмотренные выше особенности. Кроме того, эффективность использования кредита зависит от социальной готовности нации к инвестициям капитала. Например, инвестиции Франции и Англии в Россию не только не привели к расцвету промышленности, но и обусловили её участие в первой мировой войне.

Следует учитывать, что кредиты, как правило, носят связанный характер, т.е. выдаются под определённый товар.

Переход России к частной собственности на капитал привёл к децентрализации капитала, увеличению числа центров аккумуляции капитала в банковской системе и его распылению, в то время как развитие инвестиционного машиностроения других наукоёмких отраслей, в том числе конверсия

военно-промышленного комплекса (ВПК), требуют крупных инвестиций с длительным сроком капиталоотдачи. Так как и отечественные, и иностранные банки предпочтут инвестиции преимущественно в сырьевые отрасли (как отрасли с более быстрой отдачей на вложенный капитал), то можно предположить, что в отсутствие централизованного управления капиталом технологическое отставание России будет прогрессировать.

Полная обеспеченность природными ресурсами позволяла России на протяжении всей её истории поддерживать автономность и самовоспроизводство закрытой экономической системы, а возможность освоения восточных земель по мере роста плотности населения обуславливала экстенсивный путь её развития.

Отсталая технологическая система России сдвигала ее в слои ресурсопоставляющих полуколоний всегда, как только она делала попытку стать открытой экономической системой. Исторически борьба России шла не за то, чтобы «догнать и перегнать Америку», а за то, чтобы не стать колонией со всеми вытекающими последствиями – распадом государства по национально-ресурсному признаку, потерей политической и экономической независимости и т.д.

Недостаточность национального капитала обуславливала воспроизводство унитарной системы управления, так как она позволяла аккумулировать капитал в Центре и направлять его в жизнеобеспечивающие отрасли, в том числе на финансирование промышленности и армии. **Но ахиллесовой пятой страны с унитарной системой управления всегда является личность, возглавляющая государство, ибо от нее зависит и направление, и темпы развития общества, в том числе – выбор приоритетов при распределении капитала и определение курса технической политики.** Жёсткая унитарная система управления в России, отсутствие механизма замены недееспособной личности исторически приводили её к социальным катаклизмам, смутным временам и технологическому застою.

Исторически судьба России сложилась таким образом, что «Европа уселась на месте к тому времени, когда только что началась наша история»[*], а её промышленное развитие началось только в конце XIX века. Все попытки накопления ею капитала до уровня, позволяющего приблизить её технологическую систему к уровню Запада, прерывались войнами, революциями или слабой экономической политикой, «распыляющей» накопленный капитал.

[*] П.Н. Милюков. Очерки по истории русской культуры. М., 1918. С. 53.

1.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКЛАДЫ В СИСТЕМЕ МИРОВОГО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Социально-экономическое развитие общества отражает траектория технологического развития, а его состояние в каждый исторический момент определяется сложившимся уровнем развития его технологической системы.

Траекторию мирового технико-экономического развития можно разбить на ряд этапов, содержание которых составляет жизненный цикл соответствующего технологического уклада.

Понятие «уклад» означает обустройство, установившийся порядок чего-либо. **Технологический уклад** – совокупность технологий, характерных для определенного уровня развития производства. В связи с научным и технико-технологическим прогрессом происходит переход от более низких укладов к более высоким, прогрессивным. Описаны пять технологических укладов (волн) (табл. 1.1) [6]. Прогнозируются 6-й и 7-й уклады.

Первая волна (1770-1830 гг.) определила технологический уклад, основанный на новых технологиях в текстильной промышленности, использовании энергии воды.

Вторая волна (1830-1900 гг.) – ускоренное развитие транспорта (строительство железных дорог, паровое судоходство), возникновение механического производства во всех отраслях на основе парового двигателя.

Третья волна (1900-1940 гг.) базируется на использовании в промышленном производстве электрической энергии, развитии тяжелого машиностроения и электротехнической промышленности на основе использования стального проката, новых открытий в области химии. Были внедрены радиосвязь, телеграф, автомобили. Появились крупные фирмы, картели, синдикаты, тресты. На рынке господствовали монополии. Началась концентрация банковского и финансового капитала.

Четвертая волна (1940-1980 гг.) сформировала уклад, основанный на дальнейшем развитии энергетики с использованием нефти и нефтепродуктов, газа, средств связи, новых синтетических материалов. Это эра массового производства автомобилей, тракторов, самолетов, различных видов вооружения, товаров народного потребления. Появились и широко распространились компьютеры и программные продукты для них, радары. Атом используется в военных и затем в мирных целях. Организовано массовое производство на основе конвейерной технологии. На рынке господствует олигопольная конкуренция. Появились транснациональные и межнациональные компании, которые осуществляли прямые инвестиции в рынки различных стран.

Пятая волна (1980-2020 гг.) опирается на достижения в области микроэлектроники, информатики, биотехнологии, генной инженерии, новых видов энергии, материалов, освоения космического пространства, спутниковой связи и т.п.

Таблица 1.1

Характеристика укладов мирового технико-экономического развития

№ хар.	Характеристика укладов	Номер технологического уклада и период доминирования				
		1	2	3	4	5
		1770-1830 гг.	1830-1900 гг.	1900-1940 гг.	1940-1980 гг.	1980-2020 гг.
1	Технологические лидеры	Великобритания, Франция, Бельгия	Великобритания, Франция, Бельгия, Германия, США	Германия, США, Великобритания, Франция, Бельгия, Швейцария, Нидерланды	ЕЭС, Канада, Австралия, Япония, Швеция, Швейцария	Япония, США, Германия, Швеция, ЕЭС, Тайвань, Корея, Канада, Нидерланды
2	Развитые государства	Германские государства, Нидерланды	Великобритания, Франция, Бельгия	Италия, Дания, Австро-Венгрия, Канада, Япония, Испания, Россия, Швеция	СЭВ, Бразилия, Мексика, Китай, Тайвань, Индия	Бразилия, Мексика, Аргентина, Венесуэла, Япония, Китай, Индия, Индонезия, Турция, страны Восточной Европы
3	Ядро технологического уклада	Текстильная промышленность, текстильное машиностроение, выплавка чугуна, обработка железа, строительство каналов, водяной двигатель	Паровой двигатель, ж.-д. строительство, машино-, пароходостроение, станкоинструментальная промышленность, черная металлургия, в 1863 г. в Лондоне открыто метро	Электротехническое, тяжелое машиностроение, производство и прокат стали, линии электропередач, неорганическая химия	Автомобиле-, тракторостроение, цветная металлургия, синтетические материалы, органическая химия, производство и перегонка нефти	Электроника, вычислительная, оптико-волоконная техника, программное обеспечение, телекоммуникации, роботостроение, газ, информационные услуги
4	Ключевой фактор	Текстильные машины	Паровой двигатель, станки	Электродвигатель, сталь	Двигатель внутреннего сгорания, нефтехимия	Микроэлектронные компоненты

Продолжение табл. 1.1

№ хар.	Характеристика укладов	Номер технологического уклада и период доминирования				
		1	2	3	4	5
		1770-1830 гг.	1830-1880 гг.	1880-1930 гг.	1930-1980 гг.	1980-2030 гг.
5	Международные режимы экономического регулирования	Британское доминирование в международной торговле, финансах	Политическое, финансовое, торговое доминирование Великобритании; свобода международной торговли	Империализм и колонизация; конец Британского господства	Экономическое и военное доминирование США	Полицентричность мировой экономической системы; региональные блоки; становление институтов глобального регулирования экономической активности
6	Основные экономические институты	Конкуренция отдельных предпринимателей и мелких фирм, их объединения в партнерства, обеспечивающие кооперацию индивидуального капитала	Концентрация производства в крупных организациях; развитие акционерных обществ, концентрация капитала на принципах ограниченной ответственности	Слияние фирм, концентрация производства в картелях, трестах; господство монополий; концентрация финансового капитала в банковской системе; отделение управления от собственности	Транснациональная корпорация, олигополия на мировом рынке; вертикальная интеграция и концентрация производства; дивизиональный иерархический контроль и доминирование технострукторы в организациях	Международная интеграция мелких и средних фирм на основе информационных технологий, интеграция производства и сбыта; поставка «как раз вовремя»

Окончание табл. 1.1

№ хар.	Характеристика укладов	Номер технологического уклада и период доминирования				
		1	2	3	4	5
		1770-1830 гг.	1830-1880 гг.	1880-1930 гг.	1930-1980 гг.	1980-2030 гг.
7	Организация инновационной активности в странах - лидерах	Организация научных исследований в национальных академиях и научных обществах, местных научных и инженерных обществах; индивидуальное инженерное и изобретательское предпринимательство, проффесиональное обучение кадров	Формирование научно-исследовательских институтов; ускоренное развитие профессионального образования и его интернационализация; формирование национальных международных систем охраны интеллектуальной собственности	Создание внутрифирменных научно-исследовательских отделов; использование ученых и инженеров с университетским образованием в производстве; национальные институты и лаборатории; всеобщее начальное образование	Научно-исследовательские отделы в большинстве фирм; госсубсидирование военных НИОКР; участие государства в гражданских НИОКР; развитие образования; передача технологий в форме лицензий и инвестиций транснациональными корпорациями	Горизонтальная интеграция НИОКР, проектирования производства и обучения; вычислительные сети и совместные исследования; государственная поддержка новых технологий; новые режимы собственности для программного продукта и биотехнологий
8	Характеристики технико-экономического развития России	Развитие мануфактур, крепостной труд; натуральное хозяйство и отсутствие внутреннего рынка. 1765 г. – первая приватизация казенных предприятий, 1815 – первая железная дорога; война 1812 года	Крымская война; отмена крепостного права. 1851 г. – начало строительства ж.-д. сети (НЖД), 1868 г. – продажа США Аляски. Таможенное ограничение потока дешевой готовой продукции Запада	1884 г. – «золотой тариф» Витте; начало интенсивного вливания западного капитала; промышленный бум; строительство железных дорог; рост внешнего долга. Первая мировая воина, революция и потеря капитала, НЭП	Интенсивное промышленное развитие, накопление госкапитала, снижение доли потребления. Война, уничтожение накопленного капитала. Восстановление народного хозяйства; децентрализация капитал (СНХ); неудачная структурная политика; падение темпов роста	Децентрализации капитала. Переход к частной собственности. Разрушение системы управления. Развал государства. Разрушение единого Технологического пространства. Падение производства и его энергосырьевая направленность. Вывоз капитала. Иностранный капитал

Происходит переход от разрозненных фирм к единой сети крупных и мелких компаний, соединенных электронной сетью на основе Интернета, осуществляющих тесное взаимодействие в области технологий, контроля качества продукции, планирования инноваций.

Шестая волна (прогнозируемая) (2020-2060 гг.) опирается на достижения в области нанотехнологии, биотехнологии, информационно-коммуникационные технологии и технологии новых материалов.

*Седьмая волна (прогнозируемая) (*2060-2100 гг.).

Перед Россией стоит задача принятия и реализации реальной стратегии выхода из системного кризиса и дальнейшего развития. До сих пор существует мнение, что финансовый кризис сегодня внезапно разразился, и скоро, через некоторое время, он закончится. Это ошибочное представление. Ещё раз подчеркнем: современный кризис носит системный характер. Безусловно, мир переживает кризис, прежде всего, духовного воспроизводства, но одновременно развернулись кризисы: демографический, энерго-экологический, продовольственный и технологический.

Происходит смена технологических укладов (рис. 1.3) и постепенный переход к шестому технологическому укладу, а это означает переход к новому качеству жизни в глобальном масштабе. Это налагает ответственность на тех, кто смотрит в будущее, разрабатывает и предлагает стратегии развития экономической составляющей страны. Российские ученые понимают это и сосредоточивают внимание на складывающейся критической ситуации; предлагают различные сценарные варианты выхода из сложившегося в настоящее время системного кризиса.

Как сказано выше, в силу объективных обстоятельств происходит смена технологических укладов.

Исследования, заложившие основу понимания смены технологических укладов, принадлежат Николаю Дмитриевичу Кондратьеву – выдающемуся российскому ученому.

Николай Дмитриевич Кондратьев
(4 марта 1892 г. – 17 сентября 1938 г.)
– русский и советский экономист; с 1905 г. эсер, входил товарищем министра продовольствия в последний состав Временного правительства Александра Керенского; основатель и директор Института конъюнктуры (1920 – 1928 гг.); основоположник теории больших циклов экономической конъюнктуры (кризисы длинной волны); репрессирован в 1930 г., заключен в лагерь в 1932 г.; в 1938 г. расстрелян; реабилитирован в 1987 году

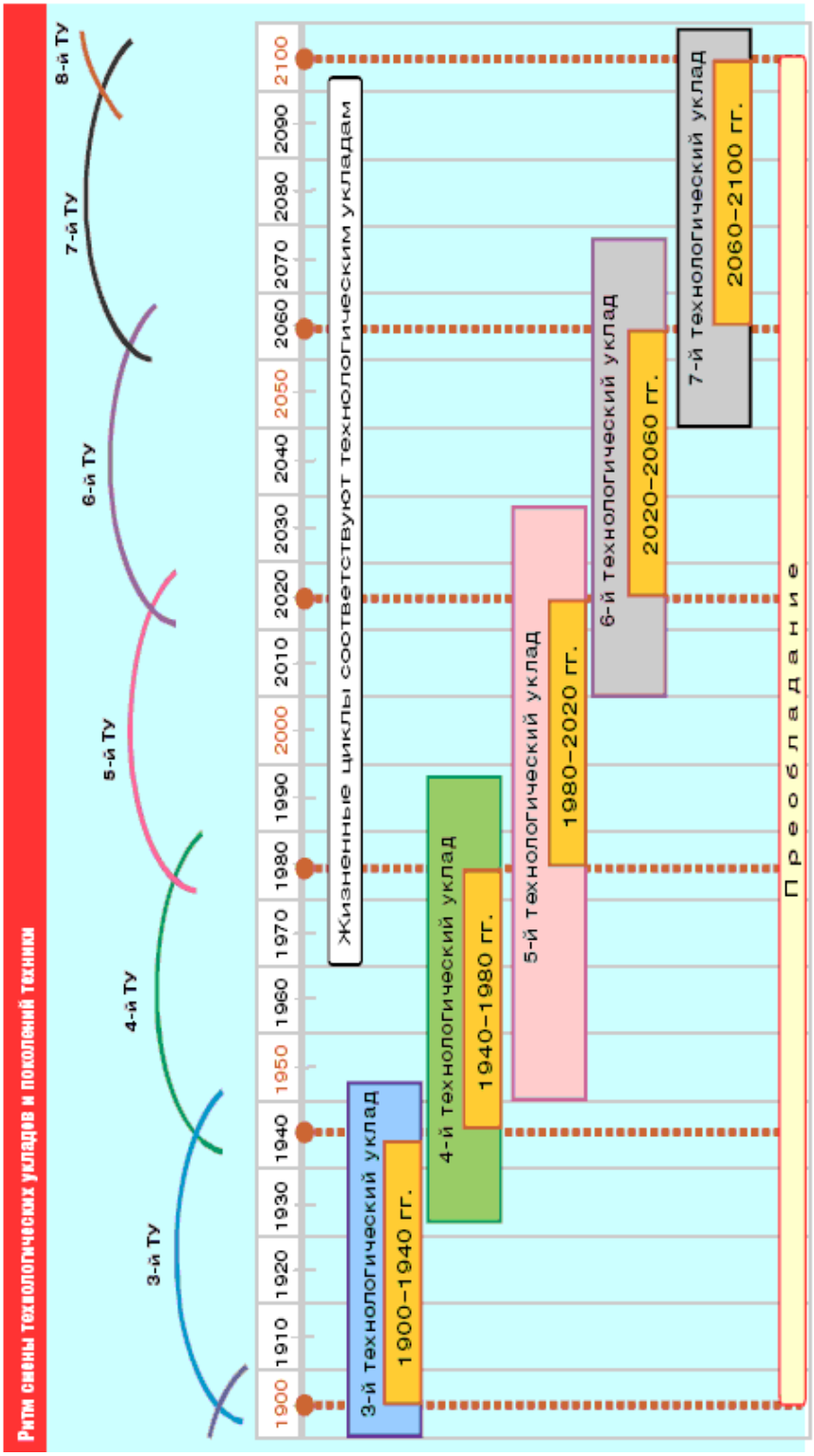


Рис. 1.3. Ритм смены технологических укладов и поколений техники

Мир идет к шестому технологическому укладу, приближается к нему, работает над ним.

Россия находится сегодня в основном в третьем, четвертом и на первых этапах пятого технологического уклада (многоукладная экономика). К последнему относятся главным образом предприятия высокотехнологичного военно-промышленного комплекса. Таким образом, перед страной стоит архисложная задача - осуществить переход к шестому укладу, не до конца освоив предшествующий пятый.

Что же представляет собой ядро шестого технологического уклада, каковы его базовые направления?

Прежде всего, это нанотехнологии, биотехнологии, информационно-коммуникационные технологии и технологии новых материалов.

Развитие нового уклада в мире наблюдается уже в течение 15-20 лет. Благодаря достижениям нового технологического уклада через 15 лет ожидаются радикальные перемены в экономической и социальной сферах. К 2020-2025 гг. этого века произойдет новая научно-техническая революция – технологическая, – основой которой станут разработки, синтезирующие достижения сферы базовых технологий по названным направлениям.

Страны мира серьезно оценивают, взвешивают, анализируют эту ситуацию, многие из них приняли стратегии своего развития до 2030 г., а некоторые – до 2050 года. Эти стратегии, безусловно, учитывают базисные направления, о которых ранее уже говорилось.

Учет достижений пятого и шестого технологических укладов характерен для стратегий развития США, Европейского союза, Японии, Южной Кореи (рис. 1.4).

Мы видим, что практически у всех этих стран приоритетные научные исследования базируются на следующих прорывных технологических направлениях: нанотехнологии, биотехнологии, информационно-коммуникационные технологии, технологии новых материалов и технологии, связанные с этими направлениями. Руководители этих государств понимают, что дальнейшее развитие возможно только на путях освоения новых технологических укладов.

Что же касается рынка высокотехнологичной продукции, то уже сегодня мы можем просчитать его перспективы. Так, если соотнести мировой рынок высоких технологий (это порядка 3 трлн долл.) и рынок энергетических ресурсов (это порядка 700 млрд долл.), то разница будет чуть больше, чем в четыре раза (рис. 1.5).

В течение ближайших лет (до 2020 г.) ожидается прогнозный рост объема рынка высокотехнологичной продукции до 10-12 трлн долл. по основным направлениям, а рынка энергетических ресурсов – до 1 трлн 200 млн долл.

Следовательно, если сегодня соотношение высокотехнологичного и энергосырьевого рынков равно 4:1, то в будущем произойдет масштабное изменение этого соотношения, которое составит 10:1.

Приоритеты научных исследований США	**Приоритеты научных исследований ЕС**	**Приоритеты научных исследований Японии**	**Приоритеты научных исследований Южной Кореи**
новые материалы, в первую очередь композиты	постгеномные исследования в биологии и изучение основных болезней на мировом уровне	науки о жизни	информационные технологии
информационные технологии	нанотехнологии	информатика и телекоммуникации	биотехнологии
биотехнологии и медицина	исследования в области информационного общества	защита окружающей среды	охрана окружающей среды
гибкие автоматизированные производства для обрабатывающей промышленности	аэронавтика и космос	нанотехнологии и новые материалы	космические технологии
транспорт (наземный и воздушный)	исследования, характеризующиеся высокой неопределенностью и рисками		нанотехнологии
энергетика	исследования, рассматривающие развитие Европы как единого целого		
экологически чистые технологии и методы восстановления пострадавших экосистем			

Рис. 1.4. Приоритеты научных исследований США, Европейского Союза, Японии и Южной Кореи

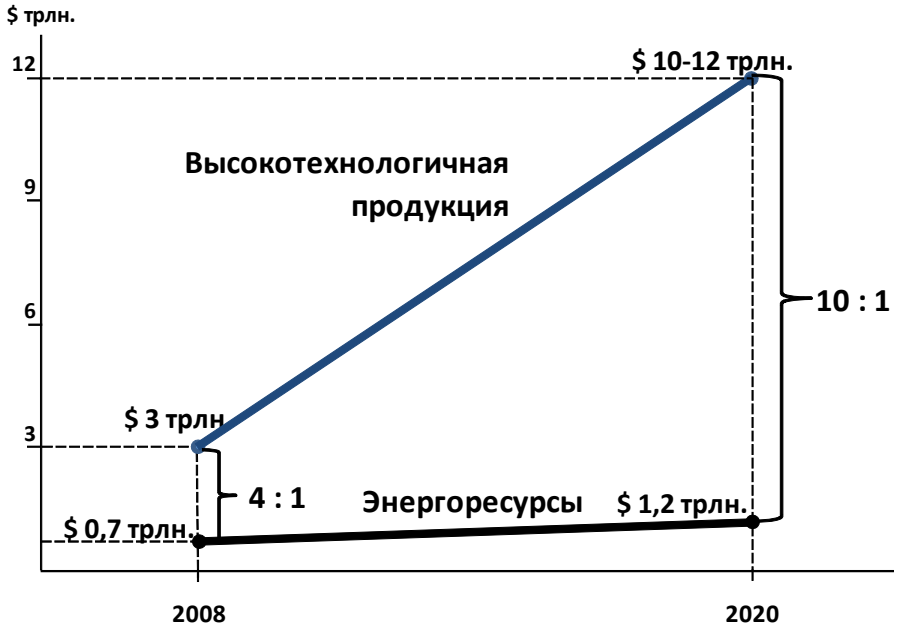


Рис. 1.5. Развитие в мире высокотехнологичной продукции
и рынка энергетических ресурсов

Вот почему развитые страны мира ориентируют свои стратегии, прежде всего, на освоение мировых сегментов рынка высоких технологий. Именно поэтому экономика знаний стала сегодня ключевой в стратегиях, а для нашей страны это вызов времени.

Что же происходит и что может произойти со структурой экономики России при разных сценарных вариантах развития страны? Наглядно возможные результаты можно увидеть на рис. 1.6.

За точку отчета берем 1980 г. (а не 1990 г. – не характерный, не показательный и далеко не лучший). С периодом, у которого отмечаются низкие показатели, сравнивать бесперспективно (хотя такие сравнения имеются), целесообразнее в качестве исходной точки для сравнения выбирать период с высоким уровнем развития.

С 1980 по 2007 гг. практически была перевернута (если можно так выразиться) вся структура нашей экономики. В 1980 г. она была в определенной степени более или менее сбалансирована, опиралась на прочный высокотехнологичный сектор народного хозяйства. Сегодня этот сектор серьезнейшим образом сократился – с 30 до 18 %. Кроме того, по своим показателям он находится в третьем, четвертом и лишь частично в пятом технологическом укладе. С такой экономикой инновационный прорыв осуществить невозможно, это будет политическая декларация, а на деле продолжится реализация инерционного сценария развития.

Каких результатов следует ожидать в этом случае?

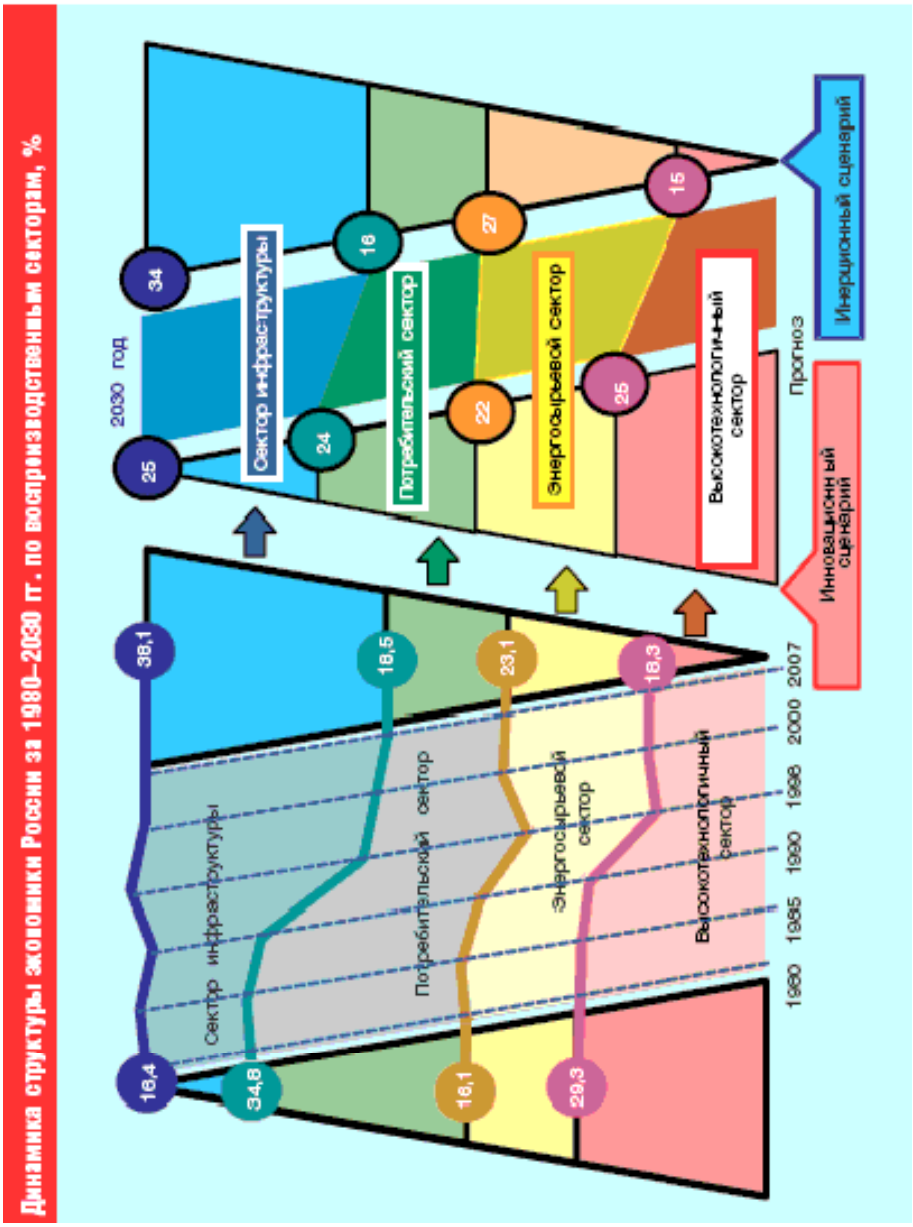


Рис. 1.6. Динамика структуры экономики России за 1980-2030 гг. по воспроизводственным секторам, %

Мы видим, что к 2030 г. структура экономики России, по экспертным оценкам, продолжит «сползать» в сторону сокращения высокотехнологич ной сферы, – т.е. будет двигаться в сторону, противоположную развитию той экономики знаний, о которой все сегодня говорят.

По мнению многих экспертов, специалистов, ученых Российской академии наук [10], с такой структурой экономики Россия как высокотехнологичная держава существовать не может. Следовательно, единственно возможным базовым вариантом может быть вариант инновационного развития. Собственно говоря, инновационный сценарий предполагает более сбалансированную, гармоничную структуру экономики.

1.3. ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ

1861-1884 гг. Унитарная система управления оказалась «разорванной» на уровне основного работника – крепостного крестьянина. Россия сделала первый шаг к рынку, не имея ни капитала, ни соответствующей законодательной базы, ни регулирующих товародвижение институтов. Деструктуризация управления стала нарастать по мере ухода законопослушного поколения, стереотип поведения которого вырабатывался при крепостном праве. Спустя полвека П. Столыпин скажет: «...Отечество наше должно превратиться в государство правовое»*. Через 80 лет эти слова прозвучат снова. По технико-экономическим показателям ведущих отраслей технологического уклада конца прошлого столетия Россия значительно отставала от стран Западной Европы и США (табл. 1.2) [6]. В промышленности России отсутствовало главное звено – машиностроение, что способствовало отсталости и полной зависимости от импорта в других хозяйственных отраслях.

Таблица 1.2

Показатели ведущих технологических отраслей России и промышленно развитых стран в 1870 году

Показатели	Россия	Англия	Германия	Франция	США	Доля в мировом производстве, %
Добыча каменного угля, млн т	0,7	109,6	87,1	25,5	138,2	0,2 (в 1985 г. – 8)
Производство чугуна, млн т	0,3	5,9	1,4	1,1	1,6	3,0
Производство стали, млн т	8,0	280,0	166,4	81,6	65,6	1,0 (в 1986 г.– 22)
Ж.-д. сеть тыс. км, то же в 1985 г.	11,4 146	25,0 17,1	18,9 45,0	15,7 34,7	85,9 245	

*Столыпин П.А. Жизнь и смерть за царя. М.: Рюрик, 1991. С. 83.

Общая характеристика развития промышленности России в XIX в. представлена в табл. 1.3 [6], из которой следует, что только в 70-е гг. XIX в. в России начинает интенсивно развиваться промышленность, однако в тех условиях, как показывает рис. 1.3, для индустриализации России требовались века и века.*

Готовая продукция в составе экспорта в этот период занимала 4 %.

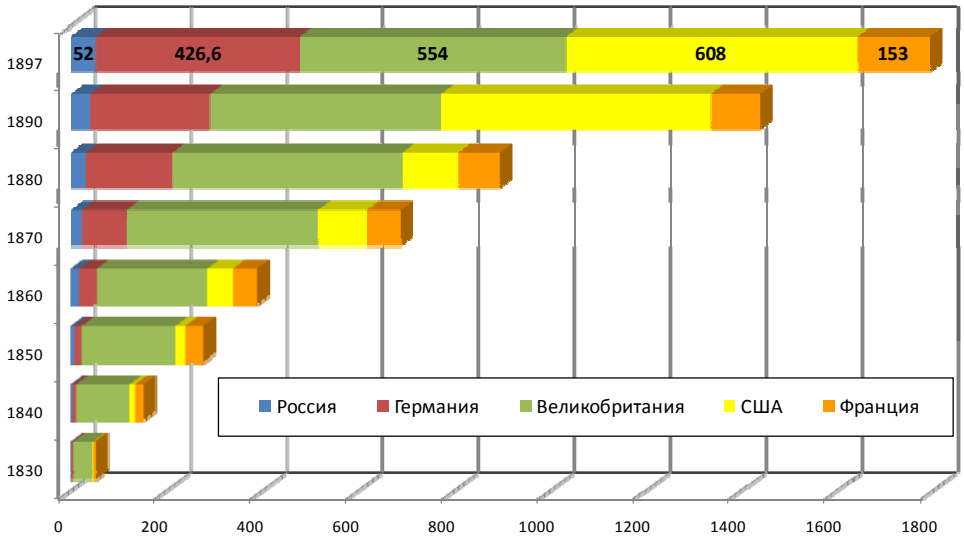


Рис. 1.7. Выплавка чугуна в России, в промышленно развитых странах Западной Европы и США в 1830-1897 гг., млн пуд. в год

Таблица 1.3

Промышленность Европейской части России в XIX веке

Год	Количество фабрик	Годичная сумма произ-водства, млн руб.	Количество рабочих	
			всего	на одну фабрику
1804	2 423	-	95 202	39
1850	9 843	166	517 679	52
1863	16 695	352	119 517	25
1887	21 098	990	768 750	36
1897	28 151	2 182	1 384 942	49
1900	23 296	2 969	2 076 000	90

* Витте С.Ю. Конспект лекций о государственном и народном хозяйстве. Санкт-Петербург, 1912. С. 137-139.

1884-1914 гг. В управление вступившему на престол Николаю II перешла сельскохозяйственная страна, где городское на селение составляло лишь 9 % от общего количества населения (рис. 1.7) [6].

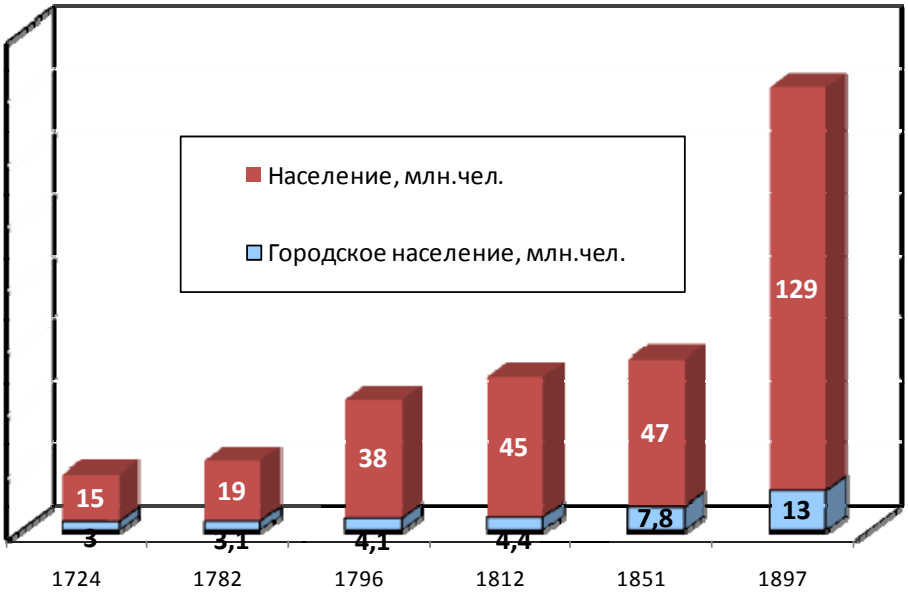


Рис. 1.8. Рост общей численности и городского населения в России в XV-XVIII веках

Для сравнения: во Франции уже в середине XIX в. городах проживала четверть населения, в Германии – более трети, в Англии – более половины (50,8 %), а к началу XX в. число горожан в Англии составляло 77 % [6]. Энергетическая мощность предприятий России была представлена 13 325 паровыми машинами и составляла 83 тыс. кВт. [7]. В условиях низкого таможенного тарифа в Россию до 80-х годов XIX в. поступала преимущественно готовая продукция, в том числе – рельсы для развернувшегося строительства железных дорог, вытесняя отечественную продукцию и тормозя развитие промышленности, увеличивая внешний и внутренний долг и дестабилизируя финансовую систему.

По свидетельству Председателя правительства С.Ю. Витте, в 1892 г. Россия стояла на грани финансового краха. Введением в 80-е годы «золотого тарифа» правительство ограничило ввоз товаров и создало условия для инвестиций. Западный капитал почти беспрепятственно хлынул в страну с дешевой рабочей силой – среднегодовой (288 рабочих дней по 12 часов) заработок рабочих составлял 187 руб., для сравнения – пуд пшеницы стоил 85 коп., пуд ржи – 65-75 коп. [7].

Дешевая рабочая сила послереформенной России и наличие источников сырья создали благоприятные условия для инвестиций западного капитала в промышленность. Иностранный капитал устремился, прежде всего, в горную промышленность. Из общего объема вложенных до 1917 г. иностранных инвестиций – 1436 млн руб. – в горную было вложено 775 млн руб. (54 %) [5]. Уже в 80-е годы Нобель контролировал 1/4 всего нефтяного производства России и половину керосиновой торговли [9]. К 1913 г. сальдовая сумма иностранного капитала в России составила 7377 млн руб. или 13 % национального богатства [6].

Чистый доход на иностранный капитал в 1913 г. составил 2326,1 млн руб. и превысил сумму всех его инвестиций за предыдущие 27 лет на 543,1 млн рублей. При бюджете в 2,3 мрд руб. внешняя задолженность России к началу войны достигла 8,8 мрд рублей. В стране действовало 228 иностранных компаний. Из 19 крупнейших банков 11 было основано иностранным капиталом. [5]

В результате массированного вливания капитала Россия, на первый взгляд, сделала гигантский скачок в развитии промышленности: общая численность рабочих в 1913 г. достигла 1 960 860 человек, только за 1890-1899 гг. промышленное производство России выросло в 2 раза, выплавка чугуна – в 3,7 раза, стали – в 7,2 раза, продукции машиностроения – в 3,7 раза [5]. Но это были темпы начинающего ходить ребенка – в 1903 г. Россия по паровой мощности машин на 1000 жителей оставалась на 7-м месте в мире, уступая Англии в 14 и США в 11 раз, соответственно по общей добыче угля в 14 и 22 раза, по производству стали – в 3 и 7 раз, по урожайности пшеницы (!) относительно стран Западной Европы – в 2 раза [13]. Готовые изделия в составе экспорта составляли в 1913 г. только 2,2 %.

В 1913 г. (табл. 1.4), несмотря на огромные вливания капитала, промышленное развитие России продолжало далеко отставать от стран Западной Европы и США. Иностранный капитал лишь выравнивал те позиции мирового разделения труда, которые обеспечивали ему вывоз капитала и давали возрастающую собственность на часть российского богатства при его реинвестиции – типичный путь индустриализации колонии.

В 1909-1913 гг. Россия занимала по урожайности пшеницы 24 место, по урожайности ячменя – 23, по урожайности овса – 20, по урожайности картофеля – 20 место среди 25 европейских стран (включая Прибалтику), а по урожайности ржи – 15 место из 15 европейских стран, выращивавших рожь.

В структуре экспорта (рис. 1.8) основную группу товаров составляли так называвшиеся в тот период «жизненные припасы» – продукты сельского хозяйства (6 3%), сырье и полуобработанные материалы – 35 % и только 3 % составляли товары фабрично-заводского изготовления.

Таким образом, приведенные данные доказывают, что технологическая система России, несмотря на огромные вливания иностранного капитала и столь же огромные долги, хотя и сделала колоссальный скачок в развитии промышленности, продолжала далеко отставать от промышленно развитых стран Запада.

Таблица 1.4

Некоторые экономические показатели России
и промышленно развитых стран в 1913 году

Показатели	**Россия**	Англия	Германия	Франция	США	Произведено в мире
Производство каменного угля и лигнита, млн т.,	**36**	292	277	41	517	1342
то же, % от мирового производства	**2**	21	20	2	37	100
Производство стали, млн т.,	**4,9**	7,8	17,1	4,6	31,8	76,1
то же, % от мирого производства	**6,4**	10,2	22	6,4	41,8	100
Производство чугуна, млн т.,	**4,6**	10,4	16,7	5,2	31,5	79,2
то же, % от мирового производства	**5**	13	21	6	40	100
Производство машиностроительной продукции, млн марок,	**475**	1602	2800	263	6775	-
то же, % от мирового производства	**3,5**	11,8	21,6	1,9	50,0	-
Суммарная мощность двигателей в промышленности, млн кВт/тыс. жит.	**1,1**	17,9	12,1	5,8	18,6	-
Железные дороги, км на 100 кв. км,	**0,3**	12	11	8	5	-
то же, на душу населения, км	**335**	1522	1184	1448	2062	-
Городское население, %	**18**	77	60,4	44,2	45,3	-
Урожайность, центнер на га:						
пшеница;	**7,1**	13,7	24,1	13,1	9,9	-
ячмень;	**8,9**	19,9	20,7	13,0	13,1	-
овес;	**8,4**	18,2	19,7	13,0	10,0	-
картофель	**76,4**	145,4	127,0	85,7	65,4	-

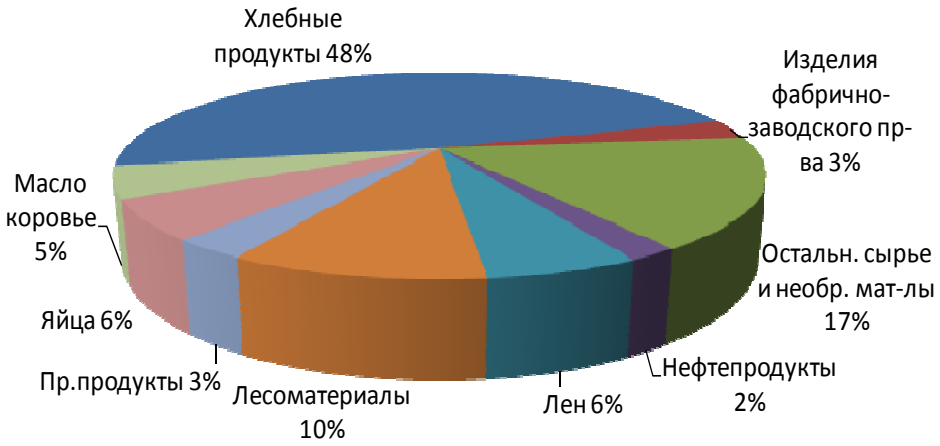


Рис. 1.8. Экспорт товаров из России в 1907 году

Поражение в Русско-японской и Первой мировой войнах подтвердили технологическую отсталость России и ненадежность ставки на иностранный капитал. На нужды войны с Японией Россия израсходовала 2347 млрд руб., к Японии отошли железные дороги, порты, был затоплен как военный, так и гражданский флот общей стоимостью 500 млн руб. [11]. Первая мировая война практически привела к Октябрьской революции.

1914-1924 гг. Первая мировая война, революции и гражданская война в значительной мере уничтожили накопленный капитал и привели к падению практически всех экономических показателей, включая показатели всех добывающих отраслей (рис. 1.9).

Добыча угля в 1920 г. составляла 27 %, чугуна – менее 3 %, меди – 0,0 %, нефти – 42 %, вагонов – 4 %, плугов – 13,3 % от довоенного уровня, производство промышленной продукции сократилось в 7 раз, сбор хлеба упал с 61,6 млн т в 1913 г. до 33,3 млн т – в 1920 г., покупательная способность рубля к концу 1920 г. упала в 13 000 раз относительно 1913 г. [5].

Довоенные и военные долги России составили 18,5 млрд золотых рублей (по современному курсу – более 200 млрд долларов), в то же время США за период 1914-1922 гг. покрыли иностранную задолженность на сумму около 6 млрд и предоставили другим странам около 13 млрд долларов [11]. С начала Первой мировой войны США выходят на авансцену экономической борьбы, что подтверждает динамика внешней торговли за этот период (таблица 1.5).

Новая экономическая политика сначала вызвала подъем конъюнктуры – прирост промышленного производства составил в 1921 г. 150 %, в 1922 г. – 145 %, в 1923 г. – 130 %, в 1924 г. – 164 % [5], но затем темпы стали падать, так как НЭП лишь восстановил производственную мощность предприятий до уровня 1913 г., а ее дальнейшее увеличение требовало капитальных вложений и технологических инвестиций.

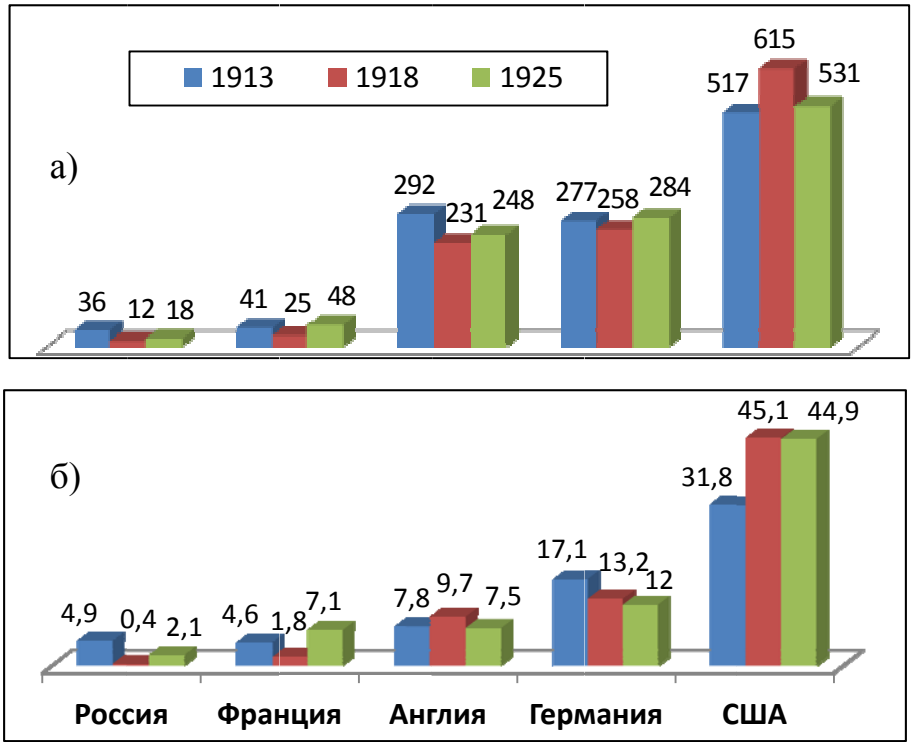


Рис. 1.9. Добыча каменного угля (а) и производство стали (б) до и после Первой мировой войны, млн т

Таблица 1.5

Международная торговля до и после первой мировой войны (в млрд золотых марок по ценам 1913 г.)

Год	Велико-британия		Германия		США		Франция		Япония	
	ввоз	вывоз	ввоз	вывоз	ввоз	вывоз	ввоз	вывоз	ввоз	вывоз
1913	5,7	13,0	10,8	15,1	7,6	10,4	6,7	5,5	1,3	1,3
1920	2,2	10,2	3,9	10,4	10,1	15,1	7,6	4,2	1,9	1,5
Рост	-3,5	-3,2	-6,9	-4,7	+2,5	+4,7	+0,9	-1,3	+0,6	+0,2
1924	16,3	10,2	7,0	5,2	10,1	12,6	6,4	6,6	2,5	1,7

Модель новой экономической политики (НЭП), ориентированной на мелкотоварное производство (разрешение частной торговли, концессии, аренда мелких предприятий и земли и т.д.), не предусматривала вложений капитала в крупную промышленность. Построенные за 8 лет заводы в 1928-29 хозяйственном году дали всего лишь 4 % продукции, выплавка стали в

1925 г. составила лишь 42 % к 1913 г. (рис. 1.9). Стоимость золотого рубля выросла с 103 бумажных рублей в 1919 г. до 97 690 000 рублей в 1923 г. [8]. При индустриализации страны ставка делалась, как и до революции, на привлечение иностранного капитала, но в форме концессий. В 1921 г. действовало 5 концессионных договоров, в 1924 г. –55, в 1925 г. – 82, в 1926 г. – 74, в 1927 г.– 68, в 1928 г. – 59, в 1929 г. – 40 договоров, в 1936 г. их количество сократилось до 5 концессионных договоров. 35 % плана ГОЭЛРО (6 млн руб.) должен был обеспечить, по замыслу авторов, иностранный капитал [5].

1924-1941 гг. К концу 1926 г. валовая продукция промышленности достигла 98% объема 1913 г., но по производству чугуна, стали, цветных металлов, строительных материалов уровень 1913 г. не был достигнут к концу и 1928 г., а темпы прироста промышленного производства сократились с 42 % в 1925-26 г. до 15,8 % в 1927-28 году. Товарный «голод» к концу 1926 г. составил 200 млн руб. и вырос к концу 1927 г. до 500 млн руб. [5]. Концепция индустриализации страны, как указывалось, продолжала базироваться на привлечении иностранного капитала в форме концессий. В ряде отраслей они занимали ведущее место (40 % – добычи марганца, 35 % – золота, 62 % – свинца, 12 % меди, 22 % – изготовления одежды и т.д.), но в целом они не могли решить проблемы становления национальной промышленности, так как: во-первых, концессия (то же – современные совместные предприятия) связана с определенным видом деятельности, т.е. не носит комплексный характер; во-вторых, она предполагает вывоз прибыли, т.е. уменьшает долю накоплений; в-третьих, экономика России настолько велика, что даже при режиме самого наивысшего благоприятствования, капитала Запада не хватит для ее подъема. Кроме того, значительный рост инвестиций был бы сопряжен с изменением территориальной структуры инвестиций Запада, т.е. с уменьшением инвестиций в традиционные для него страны. Иными словами, Запад может выделить только ту часть свободного капитала, которая останется у него после вложения в собственную экономику и в собственность транснациональных компаний (ТНК) за рубежом.

В 1927 г. газета «Правда» в своей передовице о возможности использования иностранного капитала писала, что Россия уже прошла путем «кабальных концессий и займов» и «влезла тем самым в ярмо полуколониального существования»*. Но собственными источниками капитала, обеспечивающими конкурентоспособный обмен товаров на импорт технологий, в тот период могли стать только сельское хозяйство и сырьевые отрасли, а превышение накопления над инвестициями могло быть достигнуто лишь сокращением потребления населения до почти физиологического минимума.

Индустриализация сельского хозяйства через коллективизацию отчуждала крестьян от результатов своего труда и позволяла государству изымать урожай. Колхозы, по существу, являлись госпредприятиями с натуральной оплатой труда от остаточного дохода в завуалированной форме централизованного управления аграрным капиталом. Так как в тот период крестьянство

---

* «Правда», 13 января 1927 года.

составляло около 80% населения, то создание десятков миллионов фермерских хозяйств на конной тяге привело бы к катастрофе и в сельском хозяйстве, и в промышленности. В добывающих отраслях, на стройках промышленных объектов использовалась бесплатная армия заключенных. На предприятиях действовал дисциплинарный режим. В результате принятых жестких мер стране удалось создать экспортный потенциал. За четыре года первой пятилетки было ввезено машин и оборудования на гигантскую по тем временам сумму – 2446 млн руб., свыше половины мирового экспорта машин и оборудования в 1932 г. было направлено в СССР, что составило более 50 % от общего объема импорта.

Импорт оборудования резко повысил потенциал инвестиционного машиностроения – если в 1932 г. действовало 16 станкостроительных заводов, то в 1936 г. их стало 48, в том числе такие гиганты, как «Фрезер», «Калибр», «Красный пролетарий» и др. [16]. К началу войны стране удалось создать собственную машиностроительную промышленность и осуществить индустриализацию России. Объем продукции к 1940 г. по сравнению с 1913 г. вырос в 7,7 раза (от 4,7 в Киргизии до 10 в Грузии), в том числе средств производства – в 13 раз. Для сравнения: в буржуазных Эстонии, Латвии и Литве рост за тот же период составил соответственно 1,3; 0,9; 2,6 от той же базы; городское население выросло с 17 до 33 % [12].

Естественно, чтобы реализовать такую программу индустриализации, не имевшую по масштабам и темпам аналогов в истории, государство централизовало капитал, сосредоточив в своих руках все экономические и политические рычаги. Политическая система, названная по признаку собственности социалистической, практически перенесла на себя элементы феодально-крепостной монархии, модернизировав и осовременив их под идеологию марксизма: система общинного землевладения трансформировалась в систему колхозов, приписанные к мануфактурам крепостные - в рабочих предприятий с жесткой дисциплиной и ограничением смены места работы. Привилегированный слой партийно-государственной номенклатуры, поддерживавший новую форму диктатуры, напоминал исторически формировавшийся монархом из «служивых» слой дворянства. Население, отчасти из страха, отчасти оттого, что его абсолютное большинство составляло второе-третье поколение бывших крепостных, психологически приняло предложенную систему, тем более что темпы роста макроэкономических показателей, в том числе промышленности, улучшение социальных условий – введение бесплатного здравоохранения, всеобщего образования и т.д. – подтверждали целевую направленность на улучшение социального положения населения. Этому способствовала и ликвидация социального неравенства.

Понятие социального неравенства часто путают, в том числе – преднамеренно, с понятием социальной несправедливости. Социальное неравенство, основанное на владении средствами производства в объеме, позволяющем использовать наемную рабочую силу и воспроизводить собственность, однажды возникнув, передается по наследству и изначально, с момента рождения, определяет положение человека в обществе. Дети собственника с момента

рождения пользуются привилегированным уровнем социальных благ (отдельные школы, внешкольное обучение и т.д.), что ставит их в неравное положение с не имеющими собственности. Например, в 1993 г. 33 тыс. человек (0,2 %) обучалось в негосударственных школах; в 1993-94 учебном году 95 тыс. студентов обучалось на условиях «полного возмещения затрат», т.е. платно с приемом без экзаменов*.

В отличие от социального неравенства, свойственная социалистической эпохе социальная несправедливость была основана на должностных привилегиях и носила временный характер, так как уходила, как правило, вместе с должностью, в то время как получение капитала по наследству автоматически по наследству же передает и привилегии.

1941-1953 гг. Вторая мировая война уничтожила более 30 % национального богатства страны, 2 593 предприятия были эвакуированы, но уже к 1950 г. промышленность была восстановлена [12]. Золотой запас в 1953 г. достиг максимальной за весь послеоктябрьский период величины – 2 049,8 т (для сравнения: в 1987 г. золотой запас упал до 900 т).

Восстановление народного хозяйства создало новую инфраструктуру, новую квалифицированную рабочую силу, что, в принципе, можно приравнять завершению цикла замены «основных капитальных благ»[9]. Начиная с 50-х годов, конъюнктура в экономике начинает падать.

1954-1964 гг. Накопленный в послевоенный период капитал был инвестирован в крупнейшие мероприятия, включая запуск спутника, перевооружение армии и флота, подъем целины (41,8 млн га), жилищное строительство (1071,6 млн м^2 за 1951-1964 гг.), введение Закона о пенсиях (количество пенсионеров увеличилось с 5,4 млн человек в 1960 г. до 24,8 млн челоаек в 1970 г.) и т.д. [12]. Но капиталоотдача от инвестиций или была равна нулю, или растягивалась на многие годы, т.е. не выполнялось второе условие роста конъюнктуры – опережение капиталоотдачи над инвестициями, что вело к потере свободного капитала.

Наконец, децентрализация управления капиталом при создании совнархозов (1957-1965 гг.) лишила государственные органы возможности аккумулировать капитал и направлять его в приоритетные области. В результате, накопленный капитал был израсходован, произошел спад в экономике, начавшийся ее развал, прежде всего в области сельского хозяйства, был вызван неудачной структурной политикой и децентрализацией капитала.

1965-1985 гг. Ликвидация совнархозов и восстановление централизованного управления капиталом позволили затормозить спад производства, но последующая структурная политика его ускорила.

Практиковавшееся изъятие части прибыли и амортизации в бюджет и фонды министерств лишало предприятия не только расширенного воспроизводства, но и простого возмещения капитала. В результате износ основных фондов вырос с 30 % в 1976 г. до 43 % в 1987 г. и продолжал расти, резко ухудшалась возрастная структура станочного парка.

---

* Экономика и жизнь. № 6, февраль 1994 года.

Строительство БАМ, мелиорация, «долгострои», война в Афганистане, огромные инвестиции в военно-промышленный комплекс (ВПК) (на оборону работало до 80 % промышленности*) вели к потере свободного капитала, как следствие – к сдерживанию технического перевооружения отраслей и старению технологической системы, прогрессирующему отставанию в наукоемких отраслях, в частности: в электронике, информатике и вычислительной технике, производстве новых материалов; к снижению производительности труда и объемов выпускаемой продукции, включая товары народного потребления.

Капитал и квалифицированная рабочая сила перекачивались в республики, что затем, после развала Союза, приведет к проблеме русскоязычного населения.

Инвестиции в ВПК привели к перенасыщению основного капитала в отрасли, росту запасов вооружений и обслуживающего персонала (кстати, преимущественно, тоже – русскоязычного, так как современная военная техника требует для своего обслуживания квалифицированной рабочей силы). Перенасыщение капитала в социальной сфере привело к снижению уровня заработной платы в бюджете семьи, снизило ее стимулирующую роль и привело к «уравниловке».

Централизованное финансирование науки обеспечивало высокий уровень ее развития, но отсутствие свободного капитала не давало возможности реализовывать в практику научные достижения, общая технологическая отсталость (неготовность среды) делали технологическую систему невосприимчивой к инновациям, а отсутствие конкуренции не создавало спроса на технологические нововведения.

В результате страна не смогла синхронно с Западом переводить промышленность на новые технологии, что, в конечном итоге, привело к снижению темпов роста макроэкономических показателей (табл. 1.6), и, как следствие, к возрастающему отставанию от Запада в социальной сфере.

Производительность труда в сельском хозяйстве относительно США до 1970 г. составляла 25-30 %, в начале 80-х – ниже 20 % [3], что было обусловлено низким технологическим уровнем.

К 1985 г. СССР вышел на первое место по производству черных металлов, электроэнергии, нефти, цемента и т.д.

---

* Бобков И.А. Капитал в экономике России. М.: Институт экономики РАН, 1983. С. 24.

Таблица 1.6

Среднегодовые темпы роста показателей России и США, % [3, 4]

Показатели	1961-1965 гг.	1966-1970 гг.	1971-1975 гг.	1976-1980 гг.	1981-1985 гг.
Продукция промышленности, то же - США	8,6 -	8,5 -	7,4 1,6	4,4 5,1	3,7 2,7
Продукция сельского хозяйства	6,1	6,8	0,5	1,8	2,9
Численность ППП	3,9	2,9	1,5	1,6	0,7
Капитальные вложения	5,4	7,3	6,7	3,7	3,7
Производительность труда в промышленности, то же - США	- -	- -	4,5 -	6,0 3,1	3,2 2,2

Достигнутый высокий уровень объемных ресурсных показателей при низком удельном весе производства предметов потребления (25 % в общем объеме продукции), низких темпах технического перевооружения подтверждает высокий уровень затрат без капиталоотдачи, прежде всего - в оборону.

1986 г. и далее. Анализ статистики показывает падение темпов основных экономических показателей, однако они еще не имели отрицательного роста. Централизованное управление капиталом и финансируемая на этой основе конверсия могли бы в течение 3-5 лет перевести предприятия на выпуск гражданской продукции. Но экономика была направлена по пути децентрализации капитала и разрушения сложившейся системы управления без создания новой.

С 1985 г. началось возрастающее, а с 1991 г. принявшее катастрофические размеры и темпы разрушение капитала России за счет:

1) невозмещаемого износа основных фондов;

2) ликвидации большей части капитала в оборонной промышленности;

3) ликвидации и прекращения воспроизводства квалифицированной рабочей силы;

4) выезда квалифицированней рабочей силы и специалистов за рубеж;

5) «перелива» квалифицированной рабочей силы в сферу торговли;

6) нелегального и легального (в форме беспрецедентного за всю историю России превышения экспорта над импортом) вывоза капитала в виде материально-сырьевых и энергетических ресурсов без эквивалентного возврата капитала в страну;

7) спада производства;

8) характерного для 70-х годов XX в. смещения структуры импорта в сторону товаров народного потребления;

9) передачи западному капиталу в различной форме (создание совместных предприятий, продажа контрольного пакета акций и т.д.) основных фондов имеющихся предприятий;

10) вытеснения с внутреннего рынка неконкурентной отечественной продукции, включая сельскохозяйственную, и разорения на этой базе отечественных предприятий и отраслей.

В конце 80-х гг. были введены карточки на ряд продуктов питания и табачные изделия. Анализ статистики производства и продажи этих изделий показывает, что ни по одному из них в период так называемого «рационирования» не падал ни объем производства, ни объем продаж, если искусственно не уменьшался источник, например, уменьшение посевов табака, уничтожение виноградников (таб. 1.7).

Таблица 1.7

Темпы роста продаж товаров народного потребления в сравнении с 1980 г., %

Показатели	1986 г.	1989 г.	1990 г.
Яйца	124	120	122
Сахар	106	120	104
Мыло туалетное	80	113	143
Мыло хозяйственное	92	112	118
Синтетические моющие средства	109	155	165
Мясо, мясопродукты	126	145	145
Животное масло	120	143	142
Табачные изделия, на душу населения	97	97	96
Площадь посевов под табак	100	65	59
Численность населения	104	107	108

Анализ табл. 1.7 показывает, что введение карточек было или надуманным мероприятием в преддверии децентрализации капитала, или было вызвано уже тогда начавшимся вывозом капитала.

Децентрализация капитала началась с введения «самоокупаемости, самофинансирования и самоуправления» как первого шага выделения капитала из собственности государства. При этом не было учтено, что в СССР, в отличие от стран Запада, значительная часть амортизации и прибыли централизовывалась министерствами, т.е. при переходе на новые условия предприятия оказались без накопленных фондов развития производства, а следовательно, без средств на обновление фондов. В результате, это привело к прекращению воспроизводства основных фондов и постепенному развалу технологической системы.

Следующая ступень децентрализации – преобразование производственных объединений в комплексы самостоятельных предприятий. Здесь так-

же не было учтено, что отделившись, предприятия могут изменить свой профиль, выдвинуть неприемлемые для головной фирмы условия, отказаться от внутрипроизводственных поставок и т.д., т.е. разорвать технологически сопряженную цепь и дезорганизовать налаженный производственный процесс.

Решение о создании малых предприятий, призванное создать слой собственников, экономически привело к раздроблению капитала, передаче малым предприятиям основных фондов и «перекачке» на их счета средств основного предприятия. Наконец, решение о ликвидации отраслевых министерств поставило точку в централизованном управлении капиталом и государственными предприятиями. Большинство предприятий стали полностью свободными и готовыми к любой форме приватизации и распродажи.

Децентрализация капитала открыла путь приватизации, но его стоимость оказалась настолько велика, что перераспределение растянулось бы на многие годы – выход был найден в системе ваучеров. Целью ваучерной кампании было создание видимости равных возможностей при распределении государственной собственности между гражданами, аккумуляция распыленного тогда по трудовым коллективам капитала и присвоение государственных и ставших акционерными основных фондов по более низким ценам. В этом аспекте ваучеры сыграли свою роль.

Обязательное использование квоты ваучеров при приватизации привело к их биржевой спекуляции и фактически бесплатному получению дополнительного капитала собственниками - будущими и уже свершившимися владельцами контрольных пакетов акций, не имевшими ранее никакого отношения к предприятиям, часто не знающими, что же с ними делать после приобретения.

В ваучерной кампании не было учтено, что ваучеры, в отличие от эмиссии акций, не увеличивают уставной капитал, т.е. не ведут к реконструкции и обновлению технологической системы, а только меняют собственника.

Распад СССР привел к разрушению исторически сложившегося единого технологического пространства. Понимание значения России в качестве экономического центра пришло лишь тогда, когда социально-экономические показатели республик «покатились вниз». Например, из 52 важнейших видов продукции, входивших в обязательную статистическую отчетность, по 34 позициям удельный вес России в общем объеме был свыше 50 % и только по трем позициям – менее 30 %, в то время как удельный вес других республик, исключая Украину и Белоруссию, только по 1-2 позициям был более 10 % [14]. Создание собственных автономных технологических систем займет еще много времени, а отсутствие свободного капитала вряд ли позволит республикам обрести полную экономическую самостоятельность и найти свою нишу в мировом рынке даже в части поставки сырья, ибо, как указывалось выше, для добычи сырья также нужна современная технология инвестиционного машиностроения.

Рассмотренная последовательность событий и анализ статистики показывают, что главный поворот к развалу социально-экономической системы

произошел в результате децентрализации капитала и обвальной ликвидации системы государственного управления.

Нельзя не отметить, что с началом перестройки была предпринята попытка осовременить структуру народного хозяйства. Однако возник разрыв между продвинувшейся демократизацией политических структур и ухудшением экономической ситуации. Распространено мнение, что ликвидация ведомственности и «включение» социалистического рынка быстро устранят диспропорции в технологической структуре экономики и обеспечат высокие темпы научно-технического прогресса (НТП). Между тем мировой опыт, прежде всего, развитых стран показывает, что в условиях НТР государственное вмешательство в экономику отнюдь не уменьшается, а становится более избирательным и целенаправленным, концентрируясь в сфере технического развития новейших секторов экономики.

В отличие от Японии или новых индустриальных стран, в СССР колоссальные ресурсы в централизованном порядке вкладывались в безнадежно устаревшие технологии (в металлургические и химические производства, в ставшую традиционной мелиорацию и т.д.).

Процесс замены социально-экономической системы, управлявшийся на стадии разрушения, практически вышел из-под контроля на стадии создания рыночных форм товарно-денежного обращения, так как возникло противоречие между частными интересами присвоения капитала и интересами общества в его использовании. С 1989 г. начало возрастать, а с 1992 г. приобретает катастрофические темпы и размеры падение производства, разрушение экономики и всей национальной технологической системы России (рис. 1.10).

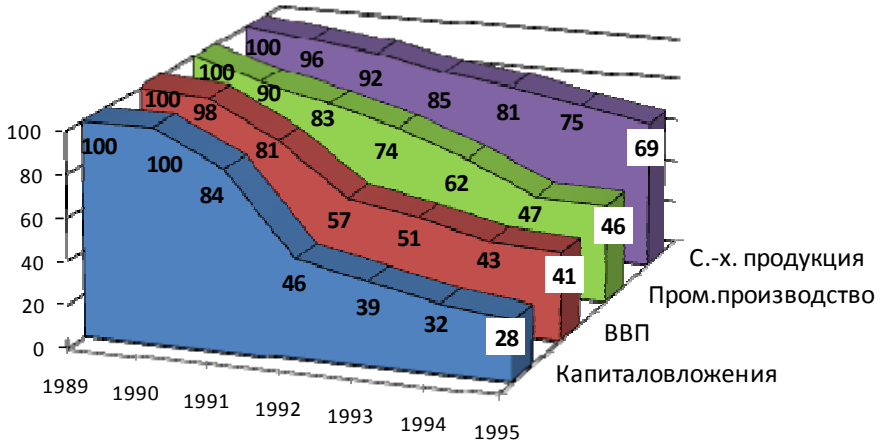


Рис. 1.10. Динамика падения основных экономических показателей в 1990-1994 гг. к 1989 г., %

1.4. О МОДЕРНИЗАЦИИ РОССИИ И ВОЗМОЖНОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ ПРОРЫВЕ

1.4.1. НЕОБХОДИМОСТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ РОССИИ

Ликвидация отсталости технологической системы России возможна лишь при проведении модернизации экономики страны.

Одними из больших заблуждений по поводу модернизации являются рассуждения о том, что этот процесс как-то ограничен во времени, т.е. о том, что шанс для модернизации упущен или Россия никогда не сможет модернизироваться. Это совершенно неправильная точка зрения, это ситуация, когда нас пытаются чем-то пугать.

Модернизация происходила в разных странах: в Бразилии в 1970-е годы с достаточно среднего индустриального уровня, в Китае в 1978 г. с более или менее аграрного уровня; а Вьетнам в 1990 г. был еще беднее, чем Китай в 1978 году. И все равно в этих странах начинали модернизацию и двигались в этом направлении, ни производя технологий, частично заимствуя, развивали технологией свои экономики. Это есть модернизация.

Некоторые эксперты* не уверены, что важнейшим инструментом модернизации является демократия. Несмотря на то, что они очень позитивно относятся к демократическим формам правления и желают России быть развитой федеральной демократией в будущем, считают, что все-таки модернизация – своего рода навязывание обществу определенного перспективного проекта. Для этого нужна конкурентная элита, а значит должна формироваться современная технократическая элита, должен рассматриваться проект модернизации страны фактически, как проект выведения на мировой рынок новых крупных корпораций.

Модернизация (Бразильская, Тайванская, Корейская, даже Японская (после войны) – это, по сути дела, отношение к стране как к корпорации, которая конкурирует с другими корпорациями на мировом рынке. И в данной ситуации этот проект должен быть всецело направлен на повышение конкурентоспособности и расширение сферы влияния этой корпорации, в экономическом плане в первую очередь. Для этого являются необходимыми:

– точечные государственные дотации;

– налоговые режимы;

– закупки технологий;

– четкое понимание плана действий (куда необходимо идти).

Инфраструктура и технологии – это производные всего изначального плана. Модернизация – это искусственно догоняющее развитие.

В основе любой модернизации лежит эффективность. То, что происходило в России за последние 15-20 лет, было развитием без роста эффективности.

---

* Online-интервью с Владиславом Иноземцевым. http://www.kommersant.ru/Doc/1407997.

Это самая большая ошибка России, которую мы видели на протяжении всей послеперестроичной эпохи.

Имея большие ресурсы, используя средства от продажи нефти и кредиты Запада, привлекая деньги под возросшую капитализацию компаний, невозможно за счет увеличения денежной массы пытаться решать возникшие проблемы. Как результат, экономика развивается сугубо экстенсивно.

Вспомним, что такое *экстенсивный путь развития* – способ увеличения объемов производства за счет количественных факторов экономического роста: дополнительного привлечения рабочей силы, расширения посевных площадей, увеличения добычи сырья, строительства новых объектов.

Возможности экстенсивного пути развития всегда ограничены наличием природных и трудовых ресурсов и для России исчерпаны. Вся история постсоветской России – это история безумного расточительства всех возможных средств, каких только можно.

Необходимо переходить к *интенсивному развитию*. До сих пор не создана реальная конкурентная экономика, эффективно действующие антимонопольные органы, власть ассоциируется с бизнесом. Не используется самое большое преимущество рыночной экономики – повышение эффективности.

1.4.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ

Модернизация (от греч. *moderne* – новейший) – усовершенствование, улучшение, обновление объекта, приведение его в соответствие с новыми требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качества.

Модернизируются в основном машины, оборудование, технологические процессы.

Новация – нечто новое, новшество.

Инновация – 1) вложение средств в экономику, обеспечивающее смену техники и технологии; 2) новая техника, технология, являющаяся результатом достижений научно-технического прогресса.

Определяющим фактором инновации является развитие изобретательства, рационализации, появление крупных открытий.

Модернизация страны четко заявлена как основная задача нового президентства. Однако в сегодняшней России это понятие остается неопределенным, а политики и эксперты обусловливают достижение данной цели рядом обстоятельств, которые выглядят вторичными. Можно слышать, что модернизация невозможна без демократизации и политических реформ. Утверждают, что она должна быть «постиндустриальной», и ее судьба решится в сфере инновационных технологий.

Постиндустриальное общество – это общество, в экономике которого в результате научно-технической революции и существенного роста доходов населения приоритет перешёл от преимущественного производства товаров к производству услуг.

Производственным ресурсом становятся информация и знания. Научные разработки становятся главной движущей силой экономики. Наиболее ценными качествами являются уровень образования, профессионализм, обучаемость и креативность работника.

Постиндустриальными странами называют, как правило, те, в которых на сферу услуг приходится значительно более половины ВВП. Сейчас к постиндустриальным странам относят США (на сферу услуг приходится 80 % ВВП США, 2002 год), страны Евросоюза (сфера услуг — 69,4 % ВВП, 2004 год), Японию (67,7 % ВВП, 2001 год), и Канаду (70 % ВВП, 2004 год).

В России необходимо, прежде всего, создать индустриальное общество, а лишь потом рассматривать вопрос о постиндустриальном развитии.

1.4.3. УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

Некоторыми экспертами подчеркивается*, что о модернизации нельзя даже и говорить, если на первый план не будет поставлено развитие науки и образования. Эти красивые слова, с одной стороны, отражают лишь часть правды и, с другой, не проясняют сиюминутных шагов, которые могли бы превратить модернизацию из досужей мечты в повседневную реальность российского общества. История учит суровой правде. Мощные экономические прорывы в Южной Корее и на Тайване пришлись на периоды правления военных режимов Пак Чжон Хи и Чан Кайши; в Бразилии модернизация была начата в годы хунты генерала Кастелло Бранко; в Китае о демократии не приходится говорить, и даже в Японии почти вся послевоенная политическая история была историей одной правящей партии.

Ни одна модернизация не опиралась на развитый технологический сектор; напротив, все они основывались на заимствованных производственных технологиях. И серьезное развитие человеческого потенциала, подъем образования и науки были не предпосылкой, а следствием успешных модернизаций (рис. 1.11) и пришлись на их заключительные, а не на начальные этапы. И в каждом случае модернизации предполагали порядок.

Речь идет о том, что важнейшим условием модернизации является четкая постановка целей, отказ от всякого рода демагогии; выработка средств достижения указанных задач; минимизация затрачиваемых на их достижение средств и усилий; и как продолжение – безусловное отторжение системой институтов и лиц, доказывающих свою некомпетентность или бесполезность.

Порядок в условиях модернизации – это средство обеспечения ее эффективности. Все, что мешает четко формулировать цели и задачи, а затем и достигать их, должно отметаться.

---

* Модернизация России как построение нового государства. http://www.apn.ru/publications/article22100.htm.

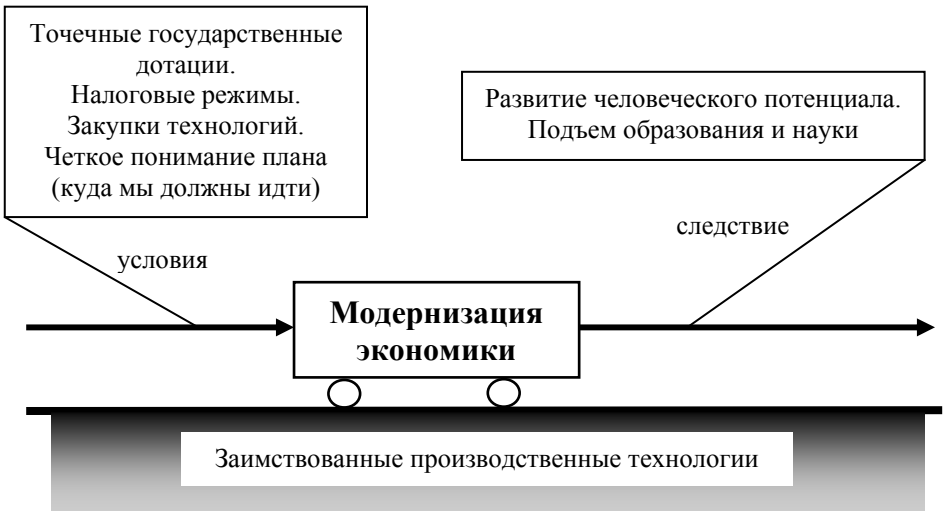


Рис. 1.11. Условия развития модернизации в современной России

Лишь пройдя по этому пути, Россия сможет стать высокотехнологичной страной, сформировать в гражданах ценности, свойственные постиндустриальному обществу и занять достойное место в мире как великая держава XXI века.

Будем откровенны: модернизация – процесс приспособления экономики и общества к условиям, в которых нынешняя социально-экономическая система чувствует себя некомфортно, проигрывая конкурентам или ощущая неизбежность отставания. Россия в 2000-е годы решила задачу своего выживания как единого государства, но вышла из кризиса с крайне односторонней индустриальной базой, безнадежно отстающей в сфере высоких технологий, обладающей крайне неэффективным бюрократическим аппаратом и опасно экспериментирующей с ростом социального неравенства. В таких условиях модернизация выступает жизненно необходимой, а не просто желательной мерой.

Задачи российской модернизации – это задачи догоняющего развития, а не «социального проектирования». Мы находимся в ситуации, в которой за последние 60 лет побывали многие другие страны: Германия и Япония после Второй мировой войны; Южная Корея и Тайвань в 1960-е годы; Бразилия на рубеже 1970-1980-х годов; Китай начиная со второй половины 1980-х. Мы являемся сверхдержавой только в мечтах. Сделаться ей на деле - задача, требующая мобилизации всех имеющихся сил и средств.

Модернизация для России, как и для других модернизировавшихся стран, – мера вынужденная и необходимая. Модернизация должна вывести

общество на путь, который позволит перейти к нормальному поступательному развитию.

Средствами модернизации являются: четкий план, основанный на учете исторического опыта, и его упорядоченная реализация, а ее результатами станут и демократия, и рост благосостояния, и развитие высоких технологий, и прочие блага подобного рода. Но не надо путать средства и результаты и думать, будто модернизация возможна без собранности, мобилизации и самоограничений.

Модернизация – это встраивание в мир, а не подстраивание мира под себя. Все успешно модернизировавшиеся страны – Япония в 1980-е годы, Китай на протяжении последних десятилетий, та же Бразилия (пусть и в региональном масштабе) – усваивали логику глобальной экономической системы и, используя ее, становились реальными претендентами на статус ведущей державы.

Россия – элемент мировой экономики, который сегодня используется этой экономикой, преимущественно, как источник сырья. Причина тому – неготовность элит реализовать программу индустриальной модернизации и сломить сопротивление препятствовавшей ей бюрократии. Модернизация как мобилизация. История не знает модернизаций, которые не были бы индустриальными.

В современной России провозглашен курс на модернизацию – на модернизацию в условиях, когда существенная часть населения сформировалась в годы устойчивого роста благосостояния и безудержной пропагандистской истерии, призванной уверить граждан в том, что их страна «встала с колен» и вернулась в избранный круг великих держав; когда элиты, большинство представителей которых основывают свое материальное благополучие и свой статус на контроле над добывающим сектором экономики или на распоряжении исходящими из него финансовыми потоками. В такой обстановке основная проблема российской модернизации заключается, на наш взгляд, в том, что *в обществе отсутствует промодернизационный консенсус, а сама модернизация остается «проектом меньшинства»*.

С другой стороны, элиты не имеют не только строгого плана модернизации, но и четкого понимания той цели, которую предполагается достичь. Официально заявленная задача построения «умной экономики» и перехода на «инновационные рельсы» развития – практически недостижима в ближайшее время, так как инновационная экономика в исторической ретроспективе успешно развивалась лишь там и тогда, где и когда она опиралась на мощную промышленность, способную оперативно реагировать на изменение спроса, впитывать новые решения и технологии, устойчиво конкурировать с зарубежными компаниями.

Экономика, которая производит десять пассажирских авиалайнеров в год, не может на протяжении пятилеток выпустить принципиально новую модель легкового автомобиля и не представлена на рынке персональных компьютеров, средств мобильной связи и оргтехники, вряд ли способна стать инновационным лидером. Именно поэтому наиболее реалистичной и после-

довательной целью российской модели модернизации должна стать «новая индустриализация», которая сделает отечественную промышленность конкурентоспособной, а *всю российскую экономику – свободной от сырьевой зависимости и готовой к радикальному технологическому рывку* [15].

1.4.4. ПРЕПЯТСТВИЯ НА ПУТИ РОССИЙСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ

Успешными обычно оказываются те модернизации, в которых социально-политические изменения следуют по времени за экономическими, а не опережают их. Этой позиции придерживаются многие известные экономисты. Для России существуют возможностей более чем достаточно для того, чтобы успешно выполнить экономическую модернизацию. Какие же препятствия мешают началу реальных преобразований?

1. **Отсутствие действенного механизма конкуренции**

Важнейшим препятствием на пути модернизации России выступает уверенное неприятие конкуренции как основного рычага развития современных экономик. Было бы неправильно говорить, что в России сегодня нет конкуренции, но совершенно очевидно, что ее пространство сужается и она воспринимается политической и финансовой элитой скорее как неизбежное зло, чем как важный элемент хозяйственной системы.

Все последнее десятилетие прошло в нашей стране под знаком консолидации крупных компаний и огосударствления промышленного потенциала. Хотя статистика показывает, что в большинстве отраслей очевидны преимущества тех предприятий, которые ощущают влияние конкуренции, а не тех, которым даруются монопольные привилегии, государство и бизнес уверенно идут по пути искоренения конкуренции. Мы хотели бы подчеркнуть, что говорим не о «засилье государства», а именно о конкурентной борьбе.

Хорошо известно, что в 2000-2009 гг. добыча нефти в России, в которой заняты как частные, так и государственные компании, выросла на 52,9 %, тогда как добыча газа, где доминирует «Газпром» – всего на 4,3 %. То же самое можно сказать и о других отраслях.

Крупный российский бизнес, оправившись после кризиса 1998 г., начал быстрый процесс консолидации. В стране образовалась контролирующая почти 100 % выпуска алюминия компания «РусАл»; возникли две-три компании, доминирующие на рынке минеральных удобрений и в черной металлургии; более 80 % нефтедобычи и 76 % нефтепереработки в России контролировалось пятью компаниями.

Государство, считавшее, что оно утратило «лидирующие позиции» в экономике, начало возвращать под свой контроль крупнейшие компании страны. За последние 5-7 лет был установлен контроль над «Газпромом», деприватизирован и расчленен «ЮКОС», выкуплены у собственников «Сибнефть», ВСМПО «Ависма» и десятки других компаний. Сотни предприятий, где государство почти утратило свои позиции, были объединены в госкорпо-

рации – «Ростехнологии», объединенные авиа- и судостроительные корпорации. На многие региональные компании был наложен контроль местных властей. Кризис лишь закрепил состояние de facto, передав многие компании в руки государственных банков.

За ослаблением конкуренции скрывается стремление к сверхприбылям, из которых черпаются дивиденды владельцев олигархических структур, доходы чиновников и депутатов представительных органов власти, а также поступления в бюджет. Таможня, приносящая в России невиданную для развитых стран долю бюджетных поступлений, оберегает отечественных производителей от внешней конкуренции. При этом противостоящая ограничению конкуренции Федеральная антимонопольная служба (ФАС) до самого последнего времени крайне неохотно пользовалась имеющимися у нее возможностями и очень редко доводила дело до восстановления попранных прав конкурентов.

Многочисленные огромные штрафы, накладываемые ФАС, например, на вертикально интегрированные нефтяные компании, эффективно оспариваются в судах после того, как сообщения о них попадают на первые полосы газет. Для опытных профессионалов не составляет большого труда доказать любому суду, что розничная цена на тот или иной вид продукции, несмотря на практически идентичную цену у конкурентов, формируется по-иному. Любой суд соглашается с такой аргументацией, поскольку никаких прямых доказательств нарушений антимонопольного законодательства, как правило, не предъявляется.

В этих условиях модернизационные преобразования подменяются демагогической риторикой, хотя менеджмент крупнейших российских компаний внутренне готов к ужесточению условий как ведения бизнеса, так и ответственности за нарушение нормативных правил осуществления финансово-хозяйственной деятельности.

Можно констатировать, что во взаимоотношениях власти и бизнеса достигнуто равновесие, но считать его устойчивым ни в коем случае нельзя. Если государство в ближайшее время не начнет наводить порядок в этой сфере, чаша весов склонится в сторону бизнеса, на руках у которого появятся неоспоримые доказательства нерешительности, а значит, слабости власти. Пока же будем считать постановку вопроса «способствует ли модернизации текущее состояние конкуренции в России?», риторической.

2. **Опережающий рост издержек**

Если в 2003-2004 гг. себестоимость продукции ежеквартально повышалась у 35-40 % российских предприятий, то в 2005 г. число таких предприятий выросло до 66 %, а к 2008 г. – до 85 %. Так, например, с 2003 по 2008 гг. на крупнейшем отечественном производителе калийных удобрений издержки выросли в 2,95 раза, в то время как объем произведенной продукции – всего на 23,1 %. На ряде предприятий единственного в России алюминиевого холдинга за тот же период издержки увеличились в 2,5-2,7 раза, тогда как прирост производства алюминия составил от 5 до 10 %. В строительной отрасли в 2005–2008 гг. стоимость произведенных работ росла на 52,7 % ежегодно, а

прирост площади всех вводимых зданий и сооружений в среднем составлял 4,9 %. В торговой сфере у одного из крупнейших в России сетевых операторов за те же 2005-2008 гг. выручка увеличилась на 60,7 %, управленческие расходы – в 2,6 раза, чистая прибыль – всего на 10,2 %.

Если же сопоставить управленческие расходы и фонды оплаты труда работников предприятий, то обнаружится, что во многих компаниях реального сектора экономики управленческие расходы, предназначенные для содержания нескольких десятков менеджеров, превышали объемы средств, направленных на оплату труда многотысячных трудовых коллективов.

Важнейшим фактором роста издержек выступает бесконтрольность государственных и квазигосударственных структур. С 2002 по 2009 гг. себестоимость добычи газа в пересчете на 1 баррель нефтяного эквивалента выросла в 4,3 раза, а непрофильные расходы – почти в 11 раз. Добыча газа за тот же период выросла лишь на 4,3 %. Не лучше обстоят дела и в так называемых госкорпорациях. Так, например, Объединенная авиастроительная корпорация (ОАК), созданная в 2006 г., за период 2008-2012 гг. должна произвести 431 гражданский самолет: 15 Ил-96, 84 Ту-204/214, 236 Sukhoi SuperJet и 96 Ан-148. В 2008 г. было выпущено 10 машин, в 2009 г. – всего 8. Зато были проведены три дополнительные эмиссии акций, а долг компании вырос с 22 до 126 млрд рублей.

Теперь о том, почему мы называем рост издержек опережающим. Приведем индексы цен приобретения организациями топливно-энергетических ресурсов, строительной и сельскохозяйственной продукции за 2005-2008 гг. За это время цены на газ для промышленности выросли на 61,1 %, на стройматериалы – на 72,9 %, на электроэнергию – на 60,7 %, на сельскохозяйственное сырье – на 51,8 %. В то же время издержки на производство готовой продукции выросли в несколько раз. Отметим при этом, что рост цен, базирующийся на опережающем росте издержек и отражающийся на итоговых показателях инфляции, в конечном итоге, оплачивается либо государством, либо населением.

Базисом столь вопиющей ситуации с неконтролируемым ростом издержек является, по нашему мнению, огромный серый сектор российской экономики, оцениваемый Росстатом в 25 %, а Всемирным банком – в 49 % ВВП. Скорее всего, истина – где-то посередине, но именно опережающий рост издержек способствует тому, что в банковской системе страны ежегодно обналичивается от 1,5 до 2 трлн руб., десятки миллиардов долларов выводятся на зарубежные счета, а величина коррупционного оборота доходит, по разным оценкам, до полутора объемов расходных статей федерального бюджета-2010.

Причина кроется в неэффективном фискальном надзоре, а также в отсутствии у руководства страны стремления изменить баланс между легальным и теневым сектором. До настоящего времени, и это подтверждают данные ФНС, все усилия были направления лишь на поддержание количественных характеристик этого баланса. В свою очередь, опережающий рост издержек вместе с готовностью потребителей его возмещать делают все

модернизационные проекты бессмысленными. Действительно, зачем совершенствоваться, если основная цель любой предпринимательской деятельности – максимизация прибыли – достигается без кардинальных изменений, что на макроэкономическом, что на корпоративном уровне [15].

3. **Коррупция в механизме государственного управления экономикой**

Механизм государственного управления экономикой складывается из распределения бюджетных расходов, деятельности компаний с государственным участием, развития государственных корпораций и всех форм государственно-частного партнерства. Высокий уровень коррупции негативно сказывается на государственном управлении экономикой России.

С 1859 г., когда общая протяженность железных дорог в России составляла всего 3 тыс. км, и вплоть до начала Первой мировой войны, благодаря успешному внедрению концессий и жесткому контролю со стороны государства, общая протяженность российских железных дорог возросла до 60 тыс. км. Как видно, во второй половине XIX в. в России ежегодно строилось порядка 1 тыс. км железнодорожных путей. Для сравнения: в 1992 г. протяженность железнодорожных путей сообщения составила 88 тыс. км, а в 2008 г. – 86 тыс. км. Таким образом, тезис о том, что российская экономика существует на останках советской хозяйственной империи, оказывается не совсем корректным. Более правильным было упомянуть о паразитировании экономического наследия царских времен.

Одновременно возникает другой вопрос – о судьбе тех сотен миллиардов рублей, которые ОАО «РЖД» получает в качестве оплаты за свои услуги, а также из бюджетных источников. Состояние железнодорожной инфраструктуры современной России стремительно ухудшается и не выдерживает современных транспортных технологий. При этом стоимость транспортных услуг постоянно возрастает – в настоящее время использование российских железных дорог в качестве евроазиатского транзитного пути грузооборота в 6-9 раз дороже, чем перевозки по соответствующему маршруту морским транспортом.

Катастрофическое положение в дорожном строительстве. Оно действительно тяжелое – но только не для дорожников. В федеральном бюджете-2010 расходы на дорожное хозяйство планировались в сумме 263,4 млрд руб. (в 2008 г. расходы составили 271,1 млрд руб., а в 2009 г. – 307,6 млрд руб.). Следовательно, всего лишь за три года на дорожное хозяйство выделено 842,1 млрд рублей. А в каком состоянии находятся наши дороги?

С 1995 по 2007 гг. протяженность автомобильных дорог в России, по данным Росстата, практически не изменилась: если в 1995 г. она составляла 940 тыс. км, то в 2007 г. – 963 тыс. км, в том числе дорог с твердым покрытием – соответственно 750 тыс. км и 771 тыс. км.

Если в Европе средняя скорость перемещения грузов равна 1 000 км в день, то в России – не более 300 км. Себестоимость автомобильных перевозок в России в 1,5 раза выше, чем в странах Европейского Союза (ЕС), а расход топлива превышает европейский аналог на 30 %. Если в Европе на автомобилях перевозится 76,4 % грузов, то в России – не более 9 %.

Остается открытым и вопрос об эффективности использования миллиардов рублей бюджетных денег, выделенных на развитие дорожного хозяйства. Сравним, например, стоимость строительства автомобильных дорог в ЕС, США и России (табл. 1.8) [10].

Железные и автомобильные дороги – всего лишь отдельные виды строительных сооружений. Возведение прочих объектов, осуществляемое с привлечением бюджетного финансирования, тоже впечатляет. Снова приведем данные Росстата: из 1396 строек и объектов, финансируемых за счет Федеральной адресной инвестиционной программы (ФАИП) и предусмотренных к вводу в 2009 г., введены в эксплуатацию 18 объектов, или 1,3 % (!) от общего объема (в 2008 г. – 22,3 %), в том числе 9 – на полную мощность, а 9 – частично.

Очевидно, что во всех трех случаях имеет место не только опережающий рост издержек и недостаточная конкуренция при размещении государственных заказов, но и коррупционный элемент. Иначе, как объяснить провалы в дорожном строительстве или в возведении объектов ФАИП?

Таблица 1.8

Сравнительный анализ
стоимости строительства дорог в ЕС, США и России*

Наименование	Общая сумма всех затрат на 1 км
Европа	
Автобан в Германии (в среднем) (по данным Федерального министерства транспорта, строительства и городского развития ФРГ)	€ 8-11 млн
Автобан в восточных землях Германии	€ 5,0 млн
Чехия (автобан между Дрезденом и Прагой)	€ 9,2 млн
США	
Дорога местного значения M6 South Beltline, штат Мичиган	$ 2,5 млн
Interstate Route 87, штат Калифорния	$ 7,5 млн
Interstate Route 125, штат Калифорния	$ 5,5 млн
Россия	
Дорога Краснодар-Новороссийск	$ 32,0 млн
Новая кольцевая дорога в Московской области	$ 40,0 млн
Магистраль Москва-Санкт-Петербург (первый участок)	$ 53,4 млн
Западный скоростной диаметр, г. Санкт-Петербург	$ 148,1 млн
Первый участок ЧТК в г. Москве, в том числе только дорожно-мостовые работы	$ 592,1 млн $ 200,1 млн

* Для российских дорог общая сумма всех затрат на 1 км взята с учетом стоимости выкупаемой земли под строительство (прим. автора).

4. **Неблагоприятный инвестиционный климат**

На первый взгляд, уровень инвестиций в российской экономике порождает основания для оптимизма: если в 2000 г. удельный вес валового накопления в структуре использования ВВП составлял 18,6 % (в том числе валового накопления основного капитала – 16,9 %), а в 2005 г. – 20,2 % (17,8 %), то в 2008 г. – уже 25,5 % (21,9 %). В то же время показатель 2008 г. не очень превосходит итоги 1995 г.: тогда удельный вес валового накопления в структуре ВВП составил 25,4 %, в том числе валового накопления основного капитала – 21,0 %. Отметим, что доля валового накопления в ВВП в модернизирующихся экономиках Бразилии, Индии и Китая составляет 37 % и более.

Неблагоприятный инвестиционный климат в российской экономике проявляется, прежде всего, в том, что российские предприниматели одной из основных задач своей инвестиционной деятельности видят «переформатирование» инвестиционных потоков с российских на иностранные, для чего активно используют оффшорные финансовые инструменты. В качестве иллюстрации приведем данные о структуре прямых иностранных инвестиций (ПИИ) в российскую экономику в 2007-2008 гг. (для репрезентативности берем данные за весь 2007 г. и первые 9 месяцев 2008 г. – т.е. оцениваем ситуацию в стабильный, докризисный период) (табл. 1.9).

Таблица 1.9

Прямые иностранные инвестиции
в российский небанковский сектор, 2007-2008 гг.

Источники инвестиций	2007 г.		2008 г.	
	$ млн	уд. вес, %	$ млн	уд. вес, %
Всего, в том числе:	47 853	100	62 809	100
оффшорные юрисдикции	33 750	70,5	47 118	75,0
«обычные» страны и международные организации	14 103	29,5	15 691	25,0

Как видно, в 2007 г. 70,5 %, а за 9 месяцев 2008 г. 77,9 % всех ПИИ были направлены в Россию из оффшорных стран. Значительная их часть – средства, в разные периоды выведенные из страны. Ситуация с банковскими ссудами и займами российских нефинансовых корпораций схожа с ПИИ: за 9 месяцев 2008 г. $103,1 млрд, или 69,1 % всех привлеченных иностранных банковских кредитов, поступил Россию из оффшоров.

Заметим в связи с этим: модернизация – процесс, который требует серьезной государственной поддержки. Нигде в мире она не проводилась на основе краткосрочных финансовых вложений, осуществлявшихся исключительно частным сектором. В то же время в 2008 г. из бюджетных источников в основной капитал инвестировано 21 % всех средств, тогда как в 2000 г. удельный вес бюджетных инвестиций составлял 22 %, а в 1995 г. – 21,8 %. В успешно модернизировавшихся странах «движителем» модернизации была тяжелая и обрабатывающая промышленность. Так, например, в Японии в

1960-1975 гг., объем продукции автомобилестроения – отрасли, поддерживавшейся государством, вырос в 7,9 раза при росте ВВП в 2,4 раза; в Республике Корея в 1975-1995 гг. судостроение показало рост в 11,2 раза при росте ВВП в 3,1 раза; в Китае в 1997-2008 гг. выпуск автомобилей вырос в 9,1 раза при росте ВВП в 2,2 раза.

В России, напротив, производство продукции с высокой добавленной стоимостью наиболее тяжело переживает кризис. Так, например, за 8 месяцев 2009 г. добыча нефти выросла на 0,4 %, а производство моторных масел сократилось на 16,8 %, асфальта – на 53,3 %. Железной руды добыли меньше на 18,3 %, стали выплавили меньше – на 26,5 %, выпустили меньше бесшовных труб – на 43,8 %, автомобилей – на 62,6 %. Всего за один год доля обрабатывающей промышленности в ВВП снизилась на 3,2 % – с 18,3 до 15,1 %. В значительной мере причина этого — отсутствие государственной инвестиционной стратегии, немыслимое на фоне призывов к модернизации.

5. **Незаинтересованность правительства в дополнительных доходах**

Период благоприятной сырьевой конъюнктуры переориентировал российскую экономику с развития производств с высокой добавленной стоимостью – на получение сырьевой ренты и решение социально-экономических проблем с помощью нефтегазовых сверхдоходов. Так, в 2005 г. эти доходы составили 42,2 % всех поступлений в федеральный бюджет, в 2006 г. – 46,9 %, в 2008 г. – 47,3 %. В 2009 г. данный показатель оценивается в 41,7 %, а в 2010 г. прогнозировался на уровне 46,0 %. При этом удельный вес минеральных продуктов в структуре российского экспорта неуклонно возрастает, а промышленной продукции столь же последовательно снижается, что подтверждается данными по товарной структуре российского экспорта за 1995-2008 гг. (табл. 1.10).

Как видно, удельный вес промышленной продукции в товарной структуре российского экспорта резко снижается (с 10,2 % в 1995 г. до 4,9 % в 2008 г.) (табл.10). В то же время удельный вес минеральных продуктов (нефти, нефтепродуктов, природного газа) неуклонно возрастает (с 42,5 % в 1995 г. до 69,6 % в 2008 г.). Добавим: в 1988 г. доля машин, оборудования и транспортных средств в общей структуре экспорта составляла 16,2 %, а минеральных продуктов и электроэнергии – 42,1 %.

Предостережем от возможной ошибки: рост промышленного экспорта в 1995-2008 гг. с $8 млрд до $23 млрд не должен вводить в заблуждение, так как в нем заложены глобальная инфляция, растущие издержки и укрепление российской национальной валюты в период 2003-2008 гг.

Существует и еще одна проблема: огромная энергоемкость отечественной экономики. Считая страну ведущей нефтяной и газовой державой, правительство на протяжении последнего десятилетия не обращало внимания на масштаб потребления этого сырья внутри страны. В 2008 г. из 664 млрд м^3 добытого в России природного газа экспортировано всего 188 млрд м^3, или 28,3 %. Потребление газа в стране превышает суммарное его потребление в Японии, Великобритании, Германии, Франции и Италии (ВВП которых больше российского почти в 13 раз!).

Таблица 1.10

Товарная структура экспорта России в 1995-2008 гг.

Статьи экспорта	1995 г.		2000 г.		2005 г.		2008 г.	
	$ млрд	%	$ млрд	%	$ млрд	%	$ млрд	%
Экспорт – всего, в том числе:	78,2	100	103,0	100	241,0	100	468,0	100
продовольственные товары и с/х сырье, кроме текстильного;	1,4	1,8	1,6	1,6	4,5	1,9	9,4	2,0
минеральные продукты;	33,3	42,5	55,5	53,8	156,0	64,8	326,0	69,6
продукция химической промышленности и каучук;	7,8	10,0	7,4	7,2	14,4	6,0	30,3	6,5
кожевенное сырье, пушнина и изделия из них;	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,4	0,1
древесина и целлюлозно-бумажные изделия;	4,4	5,6	4,5	4,3	8,3	3,4	11,6	2,5
текстиль, текстильные изделия, обувь;	1,1	1,5	0,8	0,8	1,0	0,4	0,9	0,2
металлы, драгоценные камни, изделия из них;	20,9	26,7	22,4	21,7	40,6	16,8	62,2	13,3
машины, оборудование и транспортные средства;	8,0	10,2	9,1	8,8	13,5	5,6	23,0	4,9
прочие	1,0	1,3	1,6	1,5	2,5	1,0	4,5	0,9

В целом, энергоемкость российского ВВП (табл. 1.11) в 2,1 раза выше американского, в 2,8 раза выше французского, в 3,3 раза – итальянского и в 3,6 раза – британского. Такая ситуация, безусловно, является нетерпимой, к тому же если учесть, что в период 1995-2006 гг. энергоемкость российского ВВП снизилась всего на 7,9 %, а, например, американского – на 22,1 %, польского – на 35,5 %, а латвийского – на 50,9 %. Из представленных стран меньшие темпы снижения энергоемкости ВВП отмечены лишь в Италии (снижение на 2,5 %), Испании (прирост на 0,1 %). Однако в Испании энергоемкость экономики в 3,0 раза меньше российского показателя, а в Италии, входящей в число восьми наиболее развитых экономик мира, разрыв, как уже отмечалось, достигает 3,3 раза.

Таблица 1.11

Энергоемкость ВВП отдельных стран и России в 2006г.,
в Btu* на 1 доллар ВВП

Страна	Энегоемкость	Изменение к 1995 г., %
Российская Федерация	18,777	-7,9
Республика Корея	10,053	-23,9
Норвегия	9,489	-18,8
Чехия	9,232	-23,5
США	8,841	-22,1
Румыния	8,538	-36,1
Швеция	8,066	-31,0
Польша	7,924	-35,5
Венгрия	7,252	-29,5
Франция	6,596	-10,6
Германия	6,428	-12,9
Испания	6,236	+0,1
Латвия	6,065	-50,9
Италия	5,637	-2,5
Дания	5,267	-20,7
Великобритания	5,233	-26,6
Ирландия	4,640	-33,1

** Btu (британская термическая единица) – традиционная единица измерения энергии, равная 1,06 кдж.*

Подводя итоги, еще раз выделим пять ключевых факторов, которые при запуске модернизационных процессов будут в наибольшей степени препятствовать их успешному осуществлению.

Этими факторами являются [16]:

– недостаточная конкуренция;

– опережающий рост издержек;

– коррупция в механизме государственного управления экономикой;

– неблагоприятный инвестиционный климат;

– незаинтересованность государства в дополнительных бюджетных доходах.

1.4.5. ГОСУДАРСТВО – ДВИЖУЩАЯ СИЛА МОДЕРНИЗАЦИИ

20 мая 2009 г. по инициативе Президента Д.А. Медведева была учреждена при Президенте Российской Федерации Комиссия по модернизации и технологическому развитию экономики России. 18 июня 2009 г., на ее первом заседании, были обозначены ключевые направления будущих действий:

– первое направление: энергоэффективность и энергосбережение, в том числе вопросы разработки новых видов топлива;

– второе: ядерные технологии;

– третье: космические технологии, прежде всего связанные с телекоммуникациями, включая, конечно, ГЛОНАСС и программу развития наземной инфраструктуры;

– четвертое: медицинские технологии, прежде всего диагностическое оборудование, а также лекарственные средства.

– пятое: стратегические информационные технологии, включая вопросы создания суперкомпьютеров и разработки программного обеспечения.

Модернизация в России начинается по единственно возможному, как свидетельствует мировой опыт, сценарию – по инициативе государства. Только так начинались (и в дальнейшем развивались) все успешные модернизационные преобразования – в Японии и Бразилии, Франции и Республике Корея, современном Китае. Ни в одной стране мира модернизация не была естественным процессом, не выступала логичным ответом частного сектора на мировые экономические вызовы, не проводилась без прямого и непосредственного вмешательства государства в экономику.

Вместе с тем вряд ли можно оспорить вывод о том, что некоторые органы государственной власти Российской Федерации, определяющие и претворяющие в жизнь политику в области экономического развития, в их существующем организационном и структурно-функциональном состоянии могут быть тормозом на пути модернизационных процессов.

До настоящего времени государственные структуры, в той или иной степени ответственные за экономическое развитие, даже не обозначили свои позиции по поводу первоочередных модернизационных шагов. Хотя, казалось бы, что может быть очевиднее, чем постановка задачи по решительной модернизации тех секторов экономики, на развитие которых уже сегодня выделяются значительные бюджетные средства?

Перечень этих направлений известен:

– производственная инфраструктура;

– коммунальная и социальная;

– ЖКХ;

– жилищное и производственное строительство, особенно применительно к ФАИП (Федеральная адресная инвестиционная программа) и действующим ФЦП (Федеральная целевая программа), экология, социальная сфера.

Тем не менее бюрократической инициативы пока не видно, и надежды на нее иллюзорны.

Таким образом, к пяти ранее указанным негативным факторам, являющимся препятствиями на пути модернизационных преобразований, можно с полным основанием добавить шестой – неэффективное государственное регулирование экономики.

При проведении модернизации главный акцент должен быть сделан не на изобретение качественно новых решений и продуктов, а на внедрение отечественных или иностранных технологий, предпринимаемое для максималь-

ной экономии ресурсов и достижения предельной производственной эффективности. При этом основной посыл экономического переустройства заключается в переориентации внутрироссийского потребления с импортной продукции на отечественную, в перспективе способную конкурировать на внешних рынках. Основным инструментом здесь должен стать импорт производственных комплексов, при создании которых использовались инновационные разработки. По такому пути начинались модернизации практически во всех странах, и логичным продолжением таких практик было создание собственных технологий.

Контрольные вопросы

1. *Какие элементы образуют национальную технологическую систему?*
2. *Совокупность каких элементов представляет собой квалифицированная рабочая сила?*
3. *Какие факторы влияют на формирование квалифицированной рабочей силы?*
4. *Дайте определение инфраструктуры.*
5. *Какие особенности имеет производственная инфраструктура России, отличающие ее от других национальных технологических систем?*
6. *Кратко изложите исторический аспект развития промышленности Западной Европы.*
7. *Кратко изложите исторический аспект развития промышленности России.*
8. *Что означает понятие «технологический уклад»?*
9. *Какие известны технологические уклады (волны)?*
10. *Кто является автором теории больших циклов экономической конъюнктуры (кризисы длинной волны)?*
11. *Как формировалась национальная технологическая система России в период 1861-1884 гг.?*
12. *Как формировалась национальная технологическая система России в период 1914-1924 гг.?*
13. *Как формировалась национальная технологическая система России в период 1965-1985 гг.?*
14. *Чем определяется необходимость модернизации экономики в России?*
15. *Дайте определение модернизации, новации, инновации.*
16. *Сформулируйте условия модернизации экономики России, на что она опирается и следствием чего является?*
17. *Перечислите основные препятствия на пути российской модернизации, основные направления российской модернизации.*

Глава 2
ПРОИЗВОДСТВО, ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРЕДПРИЯТИЯ

2.1. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ ПРОИЗВОДСТВА

Под производством понимается целесообразная деятельность людей, направленная на создание различных видов экономического продукта, иными словами, **производство** – есть процесс создания материальных благ, т.е. изготовление, выработка какой-либо продукции.

В процессе производства человек создает *материальные* или *нематериальные* блага, служащие для удовлетворения его личных или общественных потребностей. Структура национальной экономики классифицируется по двум сферам: сфера материального производства – промышленность, сельское хозяйство, строительство и т.д. – и социальная сфера – образование, здравоохранение, культура и искусство, управление и т.д. (рис. 2.1).

Рис. 2.1. Структура национальной экономики

Сферу материального производства можно подразделить на три группы отраслей: – **товаропроизводящие отрасли**, т.е. отрасли производства, создающие материальный продукт;

– **производственная инфраструктура**, т.е. отрасли, обслуживающие материальное производство – все виды транспорта, связь, линии электропередач, водоснабжения и т.д.;

– **сфера обращения**, т.е. отрасли, обеспечивающие обращение товарной продукции и исходного сырья – торговля, снабжение и т.д.

Технологические процессы находятся в прямой зависимости от производства, на котором будут изготавливаться или ремонтироваться изделия и их составные части, поэтому, прежде чем перейти к особенностям построения технологических процессов, рассмотрим кратко классификацию производств на примере машино- и приборостроения.

В общем случае классификацию производств можно произвести по пяти признакам: *назначению, типу производства, организации производства, уровню механизации и автоматизации, по технологической специализации* (рис. 2.2).

По назначению виды производства можно разделить *на основное, вспомогательное и опытное*[*]. К основному производству относится производство товарной продукции, к вспомогательному – производство и ремонт средств, необходимых для обеспечения функционирования основного производства. К опытному производству относятся подразделения, изготавливающие образцы, партии или серии изделий для проведения исследовательских работ, для разработки конструкторской и технологической документации при установившемся производстве.

По типу производства, *в* зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска продукции производства, подразделяются на три группы – *единичное, серийное и массовое.*

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматривается, а также применением универсального оборудования и квалифицированной рабочей силы. Технологическая документация здесь разрабатывается в обобщенном виде и может корректироваться в процессе производства. Единичное производство свойственно, например, судостроению.

Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготовляемых или ремонтируемых продолжительное время. В течение всего производственного процесса на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция. Массовому производству свойственно применение автоматического оборудования, используемого для изготовления однотипных или одинаковых деталей и типовых технологий.

Серийное производство характеризуется изготовлением и ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями или сериями.

---

[*] ГОСТ 14.004-83. ЕСТПП. Термины и определения основных понятий.

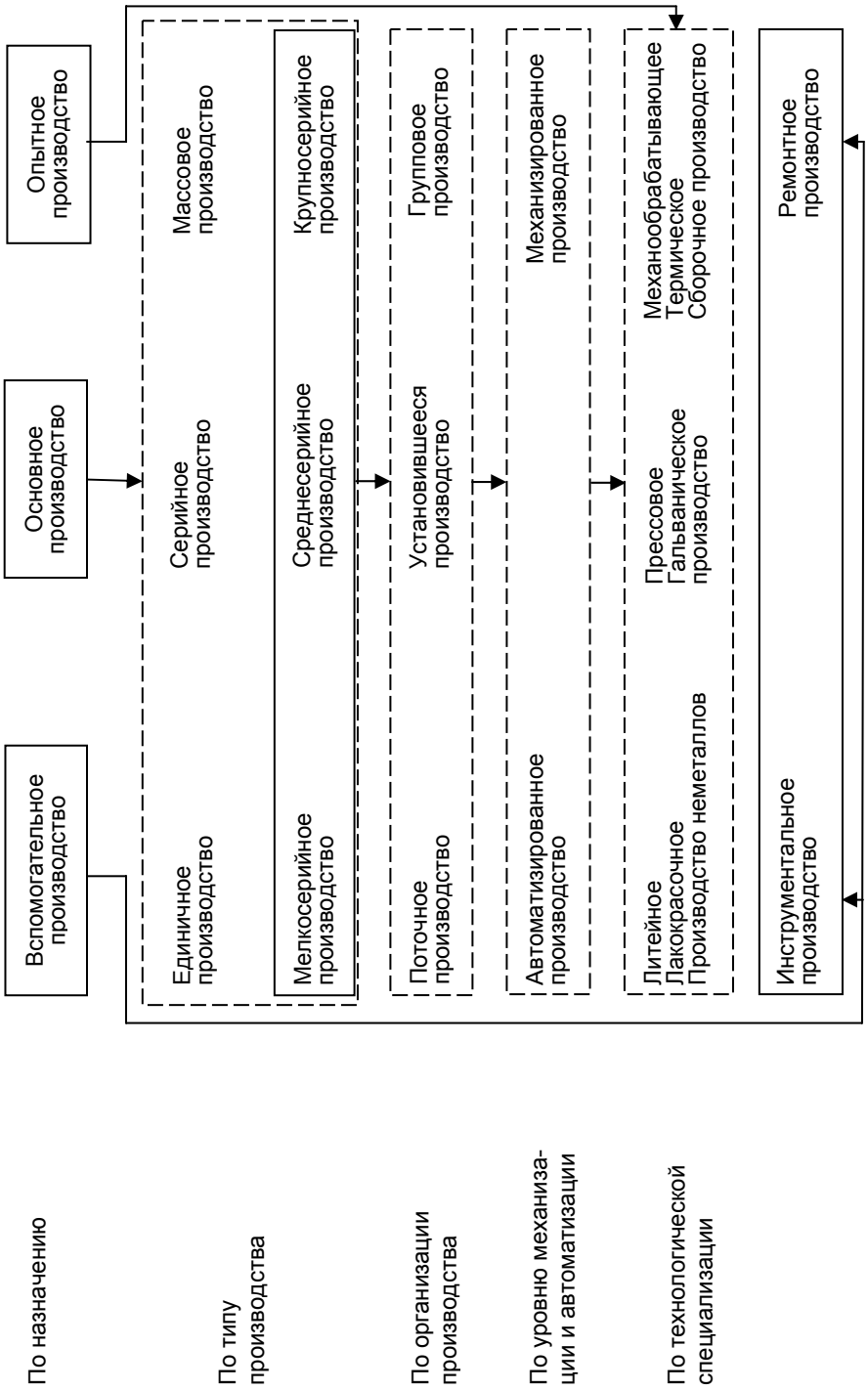


Рис. 2.2. Классификация машиностроительного производства

В зависимости от количества изделий в партии и значения коэффициента закрепления операций серийное производство подразделяют на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Такое производство свойственно, например, приборостроению.

По форме организации производства выделяют три группы – *поточное, групповое и установившееся производство.*

Поточное производство характеризуется последовательностью выполнения операций технологического процесса и расположения средств технологического оснащения. Как правило, смена продукции здесь происходит через определенные интервалы времени. *Групповое производство* характеризуется совместным изготовлением или ремонтом групп изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками. *Установившееся производство* - производство изделий по окончательно отработанной конструкторской и технологической документации.

Поточное производство характерно для предприятий массового и крупносерийного типа производства, групповое – для предприятий единичного, мелкосерийного и среднесерийного типа производства, например, гальваническое, термическое, лакокрасочное производство. Оно получило широкое распространение в технологических процессах, использующих станки с ЧПУ. Установившееся производство свойственно выпуску изделий, не меняющих своих параметров на длительном интервале времени, например, в подотраслях пищевой промышленности.

По уровню механизации и автоматизации производства подразделяют на *автоматизированное, механизированное и ручное.*

К автоматизированным относят предприятия, в которых выполнение всех процедур, связанных с технической подготовкой и управлением производства, комплексно автоматизировано. Как правило, на таких предприятиях проектирование *конструкторских* и *технологических* документов осуществляется с применением систем автоматизированного проектирования САПР-К и САПР-Т; технологическая подготовка – с применением автоматизированной подготовки производства (АСТПП), управление производством - с применением автоматизированных систем управления (АСУ), а изготовление и сборка изделий – с применением оборудования, оснащенного системами с числовым программным управлением (ЧПУ). Такое производство часто называется *гибким производством.* Оно позволяет в сравнительно короткие сроки осваивать и выпускать новые, более совершенные изделия, с меньшей трудоемкостью и повышенным качеством изготовления. Развитие автоматизированного производства в связи с общим кризисом практически приостановлено.

К механизированным производствам относятся производства, где механизации подвергнуто абсолютное большинство технологических операций и процессов, связанных с ранее применявшимся ручным трудом, с опасными для здоровья человека работами, например, перемещение изделий с применением транспортных средств, загрузка и выгрузка изделий с применением соответствующих средств и т.д. К ручному производству относятся производ-

ства, где все операции выполняются вручную. Ручное производство используется в ремонтных и опытных цехах, на сборочных операциях, при выполнении единичных заказов и выпуске уникальной продукции.

По ***технологической специализации*** производство и производственные подразделения классифицируются по конкретным видам применяемых технологий. Так, на машиностроительных предприятиях по технологическому принципу специализируются литейные, кузнечно-штамповочные, механообрабатывающие, термические и др. цеха и участки, на текстильных предприятиях – прядильные, ткацкие, отделочные цеха, на металлургических предприятиях – доменные, сталелитейные, прокатные и т.д.

2.2. ТЕХНОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

2.2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Термин «технология», несмотря на простоту его интуитивного понимания, имеет довольно широкий спектр определений.

Под технологией (от греч. *techne* – искусство, мастерство, умение и *logos* – слово, учение) в ее производственном (прикладном) значении понимается совокупность правил, методов, приемов, режимов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, применяемых в процессе производства готовой продукции, контроля ее качества и управления.

В широком смысле под технологией понимается комплекс правил воздействия на предметы труда и использования орудий производства при изготовлении конкретной продукции. В этом случае, как правило, технология называется по виду выпускаемого продукта, например, технология изготовления мебели, производства автомобилей, технология налогообложения, банковской деятельности и т.д.

В узком, производственном, смысле под технологией понимается описание конкретного технологического процесса. Они (технологии) могут быть привязаны или к конкретным операциям и технологическим процессам (например, технологические процессы гальванообработки), или к конкретному оборудованию (например, токарная обработка), или к изготовлению конкретных изделий (например, технология производства кирпича).

Технология как наука изучает способы воздействия на сырье, материалы, полуфабрикаты и др. предметы труда для получения продукции заданных параметров и качества. Современная экономическая наука использует термин «технология» и в другом смысле – как описание, форму построения или представления соответствующих услуг, например, «технология обучения», «технология образовательного процесса», «технология бухгалтерского учета» и т.д.

2.2.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРЕДПРИЯТИЯ

Общая характеристика технологической системы предприятия представлена в табл. 2.1.

Технология определяет порядок выполнения операций, выбор соответствующих предметов труда (сырья, материалов, комплектующих изделий и т.д.), средств производства (оборудования, оснастки, инструмента, средств контроля и т.д.), требует подготовки квалифицированной, т.е. умеющей работать по данной технологии, рабочей силы. Она обеспечивает эффективное соединение этих факторов производства и определяет инфраструктуру. Следовательно, в технологическом процессе участвуют и ему соответствуют:

– *средства производства, включая предметы труда, т.е. то, что подлежит обработке, и средства труда, главными компонентами которых являются различные орудия труда – оборудование, машины, инструменты, приспособления и т.д., используемые для соответствующей обработки предметов труда и производства продукции;*

– *квалифицированная, т.е. умеющая работать с данными средствами производства, рабочая сила;*

– *производственная инфраструктура – комплекс подразделений, обслуживающих основное производство. Она включает транспорт, энергетическое хозяйство, связь, водопровод, канализацию и т.д.*

Средства производства, квалифицированная рабочая сила и производственная инфраструктура образуют **технологическую систему соответствующего уровня.** Согласно ГОСТ 27.004-85 технологическая система – это «*совокупность функционально связанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей в регламентированных условиях производства, заданных технологических процессов или операций*».

По иерархическому уровню ГОСТ выделяет шесть уровней построения технологической системы – *операция, технологический процесс, участок, цех, предприятие, отрасль.*

Операция (от лат. operatic - действие) – часть технологического процесса, выполняемая рабочим (группой рабочих) на одном рабочем месте. Она представляет собой последовательность взаимообусловленных действий:

– установку в рабочее положение инструмента и заготовки;

– перемещение инструмента относительно заготовки, не сопровождаемое изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойства заготовки, но необходимое для выполнения рабочего хода (например, подвод инструмента к заготовке) – *вспомогательный ход;*

– перемещение инструмента относительно заготовки, сопровождаемое изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойства заготовки – *рабочий ход.*

Исключение любого из элементов операции приведет к тому, что операция не будет выполнена.

Таблица 2.1

Общая характеристика технологической системы предприятия

Параметры			
● экономические	❖ технологические	☼ социальные	▲ экологические
Средства производства			
● уровень прогрессивности; ● степень износа; ● коэффициент обновления; ● использование производственной мощности; ● штрафы за нарушение экологических норм	❖ средний возраст; ❖ доля устаревшего оборудования; ❖ доля станков с ЧПУ; ❖ уровень применения новых технологий; ❖ доля импортного оборудования;	☼ доля рабочих мест с вредными условиями труда; ☼ доля ручного труда; ☼ производственный травматизм; ☼ необходимый уровень подготовки ППП	▲ доля экологически вредного оборудования; ▲ уровень экологического равновесия
Ресурсы			
● цена исходных ресурсов; ● дефицит ресурсов; ● импорт ресурсов	❖ обрабатываемость; ❖ технологичность используемых материалов	☼ требуемый уровень квалификации рабочей силы; ☼ производственная вредность	▲ экологическая вредность; ▲ воздействие на окружающую среду; ▲ использование вторичных ресурсов
Предприятие			
● издержки производства; ● прибыль; ● рентабельность; ● эффективность; ● ликвидность; ● объем продаж	❖ тип производства; ❖ технологический уровень производства; ❖ уровень технологической диверсификации; ❖ уровень брака и рекламаций	☼ престижность; ☼ комфортность производственных условий; ☼ производственный травматизм; ☼ невыходы на работу; ☼ технологическая привлекательность труда	▲ вредность производства на рабочих местах; ▲ потери времени от травм
Результат производства			
● цена продукта; ● издержки потребления; ● объем рекламаций	❖ прогрессивность; ❖ конкурентоспособность; ❖ соответствие международным стандартам; ❖ надежность продукции	☼ насыщение спроса; ☼ качество перепродажного обслуживания	▲ безопасность эксплуатации ▲ возможность утилизации отходов продукции ▲ воздействие на окружающую среду

Законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством режима, применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке, называется *технологическим переходом.*

Технологический процесс – часть производственного процесса, включающая в себя совокупность технологических операций, выполняемых в установленном порядке над однородными или аналогичными изделиями или на определенном оборудовании.

В технологическом процессе весь комплекс операций выполняется последовательно и жестко связан, поэтому объем выпуска продукции определяется лимитирующим элементом – это следует учитывать при покупке и установке оборудования. Например, если выпуск продукции составляет 100 изделий в смену, а в середине процесса будет установлено прессовое оборудование с объемом выпуска 1,0 тыс. заготовок, то 90 % времени пресс будет простаивать (если его нельзя загрузить производством других деталей). Таким образом, будут затрачены средства на закупку оборудования, а его окупаемость займет многие годы. Такие явления наблюдались в промышленности в момент появления высокопроизводительных станков с ЧПУ, когда создавались часто незагруженные автоматизированные рабочие места, участки и цеха.

Участок – производственное подразделение, технологическая система которого характеризуется однотипным или принадлежащим к одной технологической группе оборудованием и выполняющим соответствующую группу однородных процессов.

Технологическая система участка может быть как последовательной (например, гальванический участок), так и параллельной.

Цех, как и участок, представляет собой производственное подразделение, технологическая система которого характеризуется однотипным или принадлежащим к одной технологической группе оборудованием и выполняющим соответствующую группу однородных процессов. Например, механический цех приборостроительного завода оснащен различными видами металлорежущего оборудования, работающего по параллельной схеме. Структурной единицей цеха является участок.

Предприятие – технологическая система, состоящая, как правило, из нескольких цехов. Остановка любого из цехов может привести к остановке всего предприятия или снизить его производственные возможности в большем объеме, чем мощность остановившегося цеха, т.е. предприятие по цеховой структуре можно отнести к последовательной технологической системе.

Отрасль – технологическая система, формирующаяся в основном из предприятий одного профиля или одной технологической направленности. Отрасль является преимущественно параллельной системой, закрытие любого предприятия в отрасли не прекращает ее деятельности, а лишь сокращает, соответственно, объемы.

Различают отрасли *хозяйственные и чистые (технологические).*

Технологическая отрасль – совокупность предприятий одного профиля, одной технологической направленности, выпускающих продукцию или на базе однотипного сырья, или одной группы назначения независимо от

форм собственности и подчиненности, например, нефтедобывающая, каменноугольная, станкостроительная и т.д.

Хозяйственная отрасль также определяется совокупностью предприятий одного профиля, одной технологической направленности, но она классифицируется не по технологическому профилю, а по подчиненности – одному ведомству, министерству и т.д. Хозяйственная отрасль как категория была свойственна дореформенному периоду развития России или периоду государственной собственности на капитал как форма управления секторами экономики. По мере перехода к рынку хозяйственные отрасли ликвидируются, а функции министерств изменяются. Однако хозяйственные отрасли в какой-то степени остаются в отраслях преимущественно административного управления (в социальном комплексе, в военно-промышленном комплексе).

По форме организации технологические системы подразделяются на *параллельные и последовательные.*

В *последовательной технологической системе* исполнение каждой последующей операции возможно только по завершении предыдущей, поэтому исключение любого элемента приводит к прекращению функционирования системы в целом; в параллельной системе процессы исполнения операций могут происходить независимо одна от другой во времени. В *параллельной системе* исключение любого элемента приводит к снижению производственной мощности системы на мощность данного элемента.

Любой сложный производственный процесс представляет собой комплекс чередующихся последовательных и параллельных подсистем, например, производство сельскохозяйственного комплекса представляет собой последовательный переход блоков технологических подсистем кормового хозяйства, непосредственно ряд систем технологий скотоводства и птицеводства, перерабатывающего производства, торгового комплекса, при этом внутри каждого блока параллельно работают несколько направлений технологий. В зависимости от экономической обстановки (спроса, цен, поступления сырья и материалов и т.д.), состояния технологического оборудования и внешних условий параллельные технологические схемы могут увеличивать или уменьшать свою производственную мощность.

На практике редко встречаются чисто параллельные или чисто последовательные схемы, однако по характеру, по преимущественному числу связей любую технологическую систему и построенное по ней производство можно отнести к параллельной или последовательной схеме.

Формирование схемы зависит от производственных и технологических факторов. В индивидуальном и опытном производстве, как правило, превалирует последовательная технологическая схема, с увеличением серийности производства увеличивается число параллельных процессов. Например, в серийном приборостроительном производстве большинство технологических процессов организовано по параллельной схеме. Недостаток параллельных схем – накопление запасов полуфабрикатов и готовых деталей. Их применение ограничивается технологическими процессами, не допускающими разрыв

технологии. Параллельные схемы используются преимущественно в массовом, поточном производстве.

По ***уровню диверсификации*** предприятия отличаются долей выпуска изделий, технологически не свойственных его отраслевой направленности.

Диверсификация (от лат. *diversificatio* – изменение, разнообразие) – расширение объектов деятельности, номенклатуры продукции, производимой предприятием. В результате диверсификации крупные производственные объединения превращаются в многосторонние сложные комплексы, подразделения которых не всегда связаны между собой технологически. Диверсификация в промышленно развитых странах Запада получила развитие с середины 1950-х гг. В СССР диверсификация получила широкое развитие в конце 1980-х гг. в связи с конверсией и переходом технологических систем ВПК на выпуск гражданской продукции, но начавшийся кризис практически ее остановил. В 1990-е гг., в результате ликвидации государственного управления товарно-денежным обращением, перехода к частной собственности на капитал и, соответственно, потери гарантированного заказчика в лице государства, предприятия стали перестраивать технологическую систему на выпуск технологически новой продукции. Диверсификация промышленных объединений стала одним из важнейших направлений поиска путей выхода из кризиса и адаптации предприятий к рынку. Технологическая диверсификация является одним из факторов сохранения устойчивости компаний в условиях межотраслевой нестабильности спроса на внутреннем и мировом товарном рынке.

2.2.3. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Каждая технология, технологическая система*, как и любой объект окружающего нас мира, имеет свой жизненный цикл – последовательность фаз или стадий развития системы на интервале от замысла технологии производства изделия до его снятия с производства.

Жизненный цикл технологий во многом определяется и регулируется *спросом* на продукцию, выпускаемую по соответствующей технологии. Стадии жизненного цикла технологии состоят из следующих фаз (рис. 2.3):

– *а* – на этом участке происходит зарождение идеи, ее принципиальное решение, принимается решение о производстве продукции по новой технологии, разрабатывается стратегия производства нового продукта или запуска новой базовой технологии, производится разработка и техническое оснащение новой технологической системы в объемах производственной мощности, изготовление и испытание опытных образцов, знакомство возможных опто-

*Развитие технологии практически связано с динамикой развития всех экономических показателей, поэтому ряд понятий здесь будет пересекаться с разделами маркетинга, менеджмента и др. дисциплин и будут использоваться лишь в том объеме, который необходим для понимания развития технологических систем.

вых покупателей с новыми образцами продукции и реклама, т.е. происходит *технологическая* подготовка к выпуску нового изделия. Этот участок характеризуется затратами свободного капитала без его окупаемости, т.е. его проведение требует наличия накопленного свободного капитала или получения кредитов;

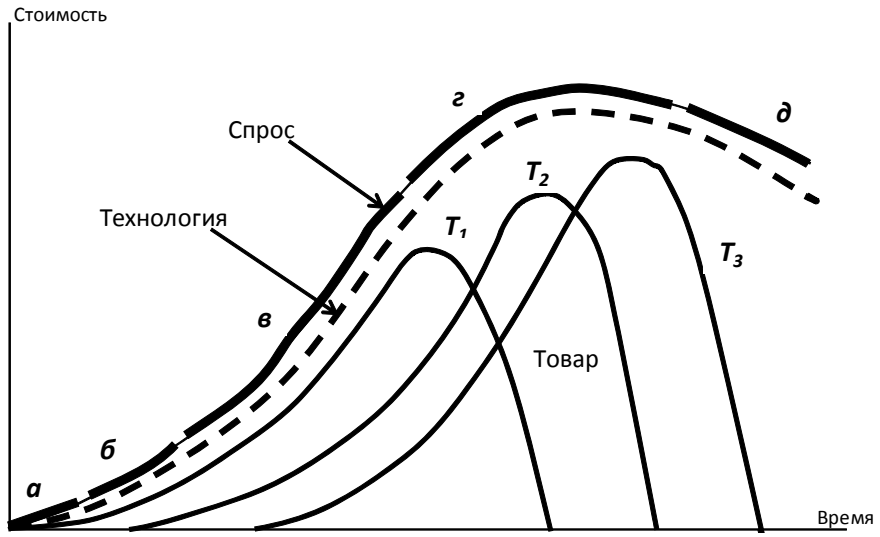


Рис. 2.3. Жизненные циклы спроса, технологии и товара

– *б* – изготовление и выпуск изделия на рынок, формирование спроса, отладка технологии с учетом выпуска первой партии. На этой стадии происходит частичная окупаемость расходов, однако они еще значительные и связаны как с отработкой партии, так и с организацией сбыта новой продукции и с формированием спроса;

– *в* – увеличение темпов роста продаж и доходов с постепенным насыщением рынка. Растет прибыль, окупаются произведенные затраты и начинается накопление капитала для запуска нового поколения продукта. В технологической системе происходит отработка и улучшение отдельных технологических процессов, происходит замена оборудования, улучшается качество выпускаемой продукции. По мере роста накоплений идет разработка и начинается выпуск новых моделей и конструкций изделий;

– *г* – насыщение рынка, стабилизация объемов продаж, работы по совершенствованию технологии с целью улучшения качества продукции и снижения себестоимости для поддержания спроса (при этом рост затрат на улучшение качества все менее соотносится с получаемыми доходами), появление на рынке конкурентов с аналогичной продукцией (диффузия технологий);

– *д* – постепенное затухание темпов продаж, издержки на улучшение технологии приближаются к доходам от продаж.

2.2.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДЕЛЫ И ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ

Все технологии, как бы они совершенны ни были, имеют предел, т.е. уровень, выше которого один из основных или несколько параметров существующей технологии не могут быть улучшены независимо от затрат, хотя на практике, при совершенствовании очередного вида продукции, иногда кажется, что очередная модификация изделия может решить проблему. Например, винтовой двигатель самолета – как бы мы ни улучшали аэродинамические свойства, ни увеличивали число двигателей и т.д., скорость его не сможет превзойти скорость распространения звука. Второй пример: увеличение количества передаваемых переговоров по проводной телефонной связи достигло предела, и только переход на волоконную оптику позволил во много раз увеличить плотность передачи, т.е. потребовалась смена принципов построения технологии. Одежда – можно значительно увеличить ее износостойкость за счет использования различных синтетических материалов, но ее перестанут покупать по соображениям гигиеничности, природные же материалы имеют предел. Следовательно, задача конструктора состоит в том, чтобы найти тот предел, выше которого затраты средств становятся бесполезны, а технолога – определить предельные параметры действующей технологической системы, лучше которых данная система работать на данный период не будет, например, по точности изготовления, по чистоте обработки, по производительности, по издержкам производства и т.д.

На практике параллельно с выпуском изделия по действующей технологии всегда разрабатывается следующая модель изделия с более высокими параметрами и рассчитанная на увеличение или, как минимум, сохранение спроса, т.е. жизненный цикл нового изделия начинается тогда, когда жизненный цикл первого еще не завершен (см. рис. 2.2). *S*-образные кривые при нормально функционирующей экономике всегда идут парами и взаимозаменяемы. По мере приближения всего класса изделий, выпускаемого по однотипной технологии, к технологическому пределу начинается разработка изделий на новой технологической базе. Например, на смену винтовому самолету пришли турбовинтовой и турбореактивный, на смену обычной железной дороге разрабатывается проект скоростных железных дорог и т.д. Период перехода от одного жизненного цикла к другому называется *технологическим разрывом,* т.е. это отрезок времени, в течение которого одна технология замещает другую.

2.2.5. ПРОДУКТОВЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НОВОВВЕДЕНИЯ, ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ И ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Совершенствование технологических процессов происходит на основе внедрения различных технологических новшеств – *нововведений* или *инноваций.* Нововведения подразделяются на *продуктовые* – совершенствование и

замена конкурентного товара – и *технологические* – совершенствование и замена технологических процессов изготовления товара.

Источником появления продуктовых нововведений обычно является сочетание потребностей рынка и технико-экономических возможностей предприятия для их появления и реализации.

Базовые продуктовые нововведения первоначально используются на небольших, часто – не занятых секторах рынка, обеспечивая временную монополию, высокие цены и высокие прибыли для предприятия. Новая продукция обычно не конкурирует напрямую со старой, которую должна заменить, а сначала дополняет ее на наиболее важных участках рынка. Новая продукция должна, как правило, быть более конкурентоспособной, а это значит:

– либо быть дешевле при том же уровне качества;

– либо уровень ее потребительских свойств должен быть выше, чем у традиционной продукции, в этом случае ее цена может быть выше традиционной продукции.

Продуктовые нововведения можно подразделить на два вида: 1) направленные на совершенствование базовой модели или 2) направленные на выпуск принципиально нового продукта. Вторая группа требует больше инвестиций, больше коммерческого риска, но она легче завоевывает рынок, обеспечивает более быстрый объем продаж и резкий рост конкурентоспособности производителя на рынке продукта.

На ранних стадиях базовых продуктовых нововведений используется универсальное оборудование и высококвалифицированный труд, поэтому затраты на начальном этапе внедрения велики.

Технологические нововведения имеют иную динамику развития. Опробованные на одном предприятии, они начинают диффундировать на другие, при этом скорость их распространения зависит от их капиталоемкости, эффективности и универсальности, а также от адаптивности. При своем распространении технология может претерпевать значительные изменения, в отдельных случаях – сохранять только общие принципы. Например, лазерная технология нашла применение в сварке, при упрочнении металлов, в хирургии и терапии, в метрологии и т.д.

Результатом внедрения базовых технологических нововведений является существенное повышение производительности труда, снижение себестоимости и рост качества продукции.

2.2.6. ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕНННЫЕ РЕСУРСЫ

Для производства продукции, выполнения работ и оказания услуг используются различные виды экономических ресурсов, которые можно рассматривать как *факторы производства:*

- персонал (основные рабочие, вспомогательные рабочие и служащие);
- оборотные средства (сырье, материалы, комплектующие изделия и т.д.);

- основные фонды (здания, сооружения, машины и оборудование и др.);
- и другие.

Эффективность использования каждого из производственных ресурсов зависит от применяемой в процессе производства технологии и технологичности изделия. Например, мебельную продукцию технологически можно изготавливать вручную, с использованием типового деревообрабатывающего оборудования или с использованием станков-автоматов. В зависимости от количества выпускаемой продукции эффективность ее изготовления будет определяться видом применяемой технологии: чем выше объем выпуска, тем дешевле будет ее изготовление. С увеличением объема и массовости производства становится целесообразным рост механизации и автоматизации производства.

2.2.7. ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

Максимально возможный расчетный объем выпуска продукции в единицу времени при действующей технологии и оптимальном использовании оборудования называется *производственной мощностью* предприятия. Понятие «производственная мощность» широко используется при определении степени загрузки предприятия заказами, эффективности работы предприятий и т.д., в том числе – в материалах Госкомстата. Производственная мощность зависит от применяемой в производстве технологии, уровня прогрессивности и состояния технологического оборудования, а ее использование во многом зависит от спроса на соответствующую продукцию. В качестве примера можно рассмотреть динамику использования производственной мощности при производстве машиностроительной продукции и черных металлов в 1990-2004 гг. (рис. 2.4).

Использование производственной мощности в машиностроительной отрасли упало до 20-30 %, в то время как падение в экспортопоставляющей металлургической отрасли – всего лишь до 80-90 %.

График показывает, что в условиях либерализации внешней торговли предприятия перерабатывающих отраслей России технологически оказались не готовыми к конкуренции на внешнем рынке и, потеряв спрос на свою продукцию, сократили производство.

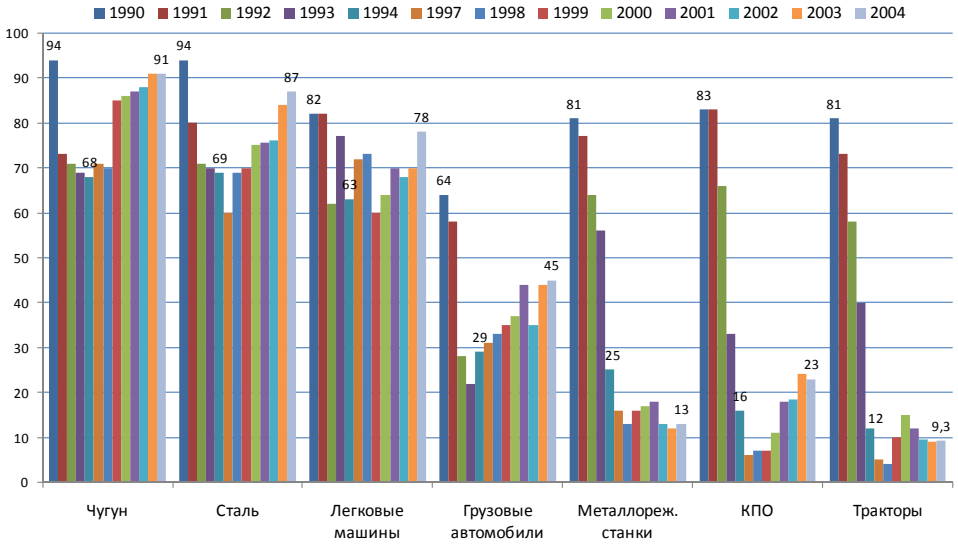


Рис. 2.4. Использование производственной мощности промышленных предприятий по выпуску отдельных видов продукции в 1990-2004 гг., %

2.2.8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА

Технологическая подготовка производства (ТПП) включает в себя совокупность взаимосвязанных научно-технических, проектных, производственных, маркетинговых и, при необходимости, инвестиционных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия (фирмы) в принятые сроки выпускать продукцию установленного качества.

ТПП регламентируется системой стандартов, объединенных в Единую систему подготовки производства (ЕСТПП). Кроме того, при разработке технологической документации, средств, процессов и методов ТПП используются стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД) и другие нормативные документы, указанные в ГОСТ 14.002-73. Это создает условия для создания единой информационной базы подготовки и технологического сопровождения выпуска новых изделий.

ТПП включает в себя решение следующих задач:

– конструкторско-технологический анализ изделия;

– анализ и обеспечение технологичности новой продукции;

– анализ существующих технологий, оборудования, технологической оснастки и производственных мощностей предприятия;

– разработку технологических процессов производства новой продукции;

– разработку и изготовление нестандартного технологического оборудования и оснастки.

Конструкторско-технологический анализ изделия производится с целью определения соответствия его конструкции технологической системе предприятия, отработки ее на технологичность и внесение соответствующих изменений в конструкторскую документацию. После анализа и оценки готовности существующих технологий, оборудования, технологической оснастки и производственных мощностей предприятия к выпуску нового изделия разрабатываются предложения по их модернизации и доработке, включая проектирование новых участков, приобретение и изготовление технических средств, подготовку и переподготовку кадров и т.д. На основе конструкторско-технологического анализа изделия разрабатывается технологическая документация, описывающая, определяющая и регламентирующая технологические процессы изготовления нового изделия и его конструктивных эле-ментов.

Одновременно с ТПП производится организационная подготовка производства, которая включает в себя:

– нормирование потребностей в различных видах материально-технических ресурсов;

– проектирование новых производственных участков и рабочих мест;

– заключение договоров с новыми поставщиками материально-технических ресурсов;

– разработку оперативно-календарных планов запуска и выпуска продукции;

– подготовку и переподготовку квалифицированной рабочей силы и др.

В процессе ТПП на основе ЕСТД разрабатываются различные виды технологической документации, которые определяют и регламентируют технологические процессы изготовления продукции: технологические, маршрутные и операционные карты, инструкции, операционные чертежи и т.д., ведомости заказа и нормы расхода материалов, полуфабрикатов, инструментов, принадлежностей и т.п.

В течение всего периода выпуска изделий технологические службы предприятия осуществляют технологический контроль их производства на соответствие требованиям технологической документации. По мере изменения конструкции и совершенствования технологии соответствующие изменения вносятся и в технологическую документацию.

2.2.9. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Материально-техническую базу промышленности составляют основные производственные фонды (ОПФ) – здания, сооружения, оборудование и др. средства труда, функционирующие на протяжении нескольких лет. Активная часть ОПФ: станки и оборудование, инструмент, приборы контроля, вычислительная техника и др. технические средства, непосредственно участ-

вующие в технологическом процессе изготовления продукции, – являются материально-технической базой любой технологической системы. Их состояние, прогрессивность и эффективность использования определяет конкурентоспособность фирмы и выпускаемых ею товаров.

Основными параметрами, определяющими состояние ОПФ, являются их износ, возрастная структура и обновление.

Износ основных фондов - старение, изнашивание зданий и оборудования в процессе их производственного использования. В технологическом аспекте износ может рассматриваться как *физический,* характеризующийся износом материалов, из которых созданы основные фонды, потерей их первоначальных качеств, постепенным разрушением конструкций и т.д., и *моральный,* связанный с последовательным отставанием ранее созданных основных фондов производства от их современного технического уровня (моральное старение).

В экономическом аспекте износ основных фондов рассчитывается в форме *амортизации.* Амортизация (от лат. amortization - погашение) - исчисленный в денежном выражении износ основных фондов в процессе их использования и одновременно форма перенесения стоимости используемых средств производства на произведенный с их помощью продукт. Она осуществляется в виде включаемых в себестоимость продукции (в издержки производства) *амортизационных отчислений* из суммы денег, полученных за проданную продукцию, накопления этих средств *в амортизационном фонде* и последующего их использования для проведения капитального ремонта или ввода новых средств труда.

С 01 января 1998 года амортизация начисляется одним из четырех способов: линейным, способом списания стоимости по сумме чисел лет срока полезного использования, способом уменьшаемого остатка, способом списания стоимости пропорционально объему продукции.

Норма амортизации – это установленный в процентах балансовой стоимости размер амортизации за определенный период времени по конкретному виду основных фондов. Например, норма амортизации многоэтажных зданий может составлять 1%, что соответствует сроку их службы 100 лет.

Оценка состояния оборудования и его прогрессивности по степени износа, тем более в условиях инфляции, не достаточно объективно отражает сложившийся уровень технологического обеспечения, так как в последние 10-15 лет цены на все виды работ и продукции выросли в десятки раз. Первоначальную стоимость приобретенного 10-20 и более лет назад оборудования трудно соотнести по стоимости с оборудованием, реализуемым в настоящее время, хотя оценить общую картину старения основных фондов возможно.

Более объективным показателем состояния технологической системы по отраслям промышленности является возрастная структура оборудования (рис. 2.5).

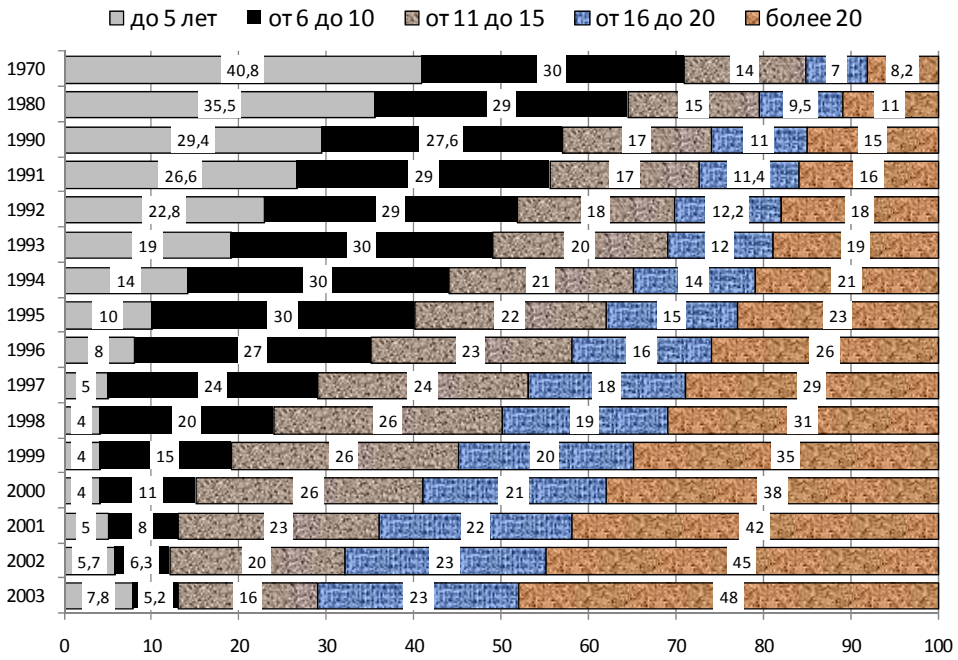


Рис. 2.5. Возрастная структура производственного оборудования в промышленности

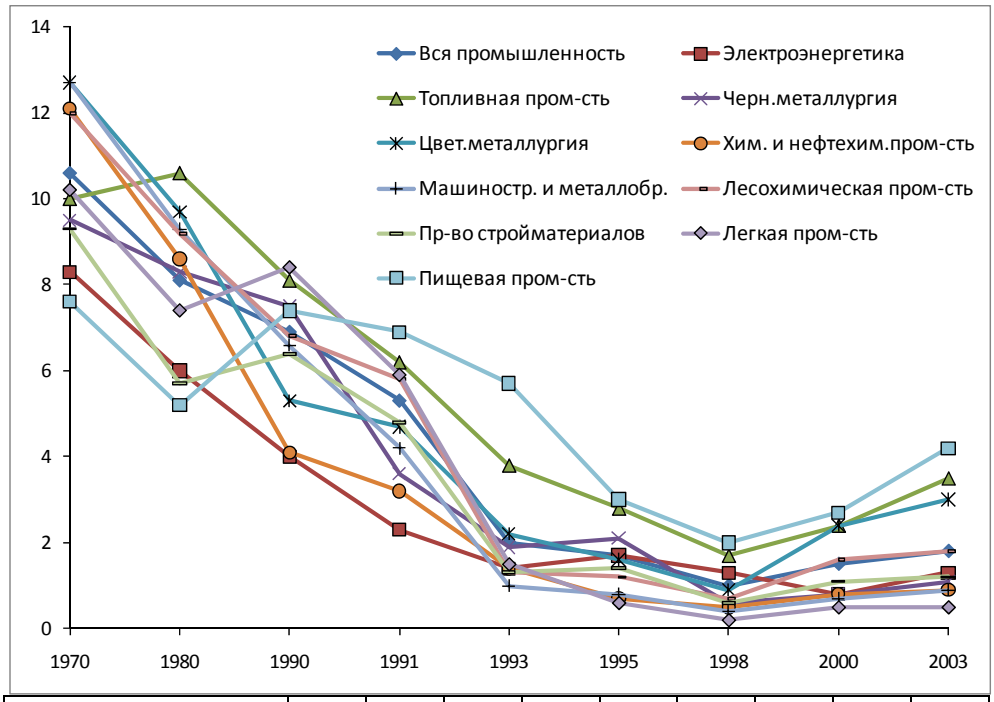
Средний возраст оборудования вырос с 8 лет в 1970 г. до 20,7 лет в 2003 г., при этом возраст свыше 16 лет имеет 70,9 % оборудования и только 7,8 % – менее 5 лет. За эти годы резко упал и коэффициент обновления основных фондов (рис. 2.6).

Резкое сокращение обновления производственного оборудования, его катастрофическое старение и прекращение технологического развития предприятий вызвано рядом объективных причин, возникших в процессе структурной перестройки управления народным хозяйством. К ним, в частности, относятся:

– прекращение государственных и государственно-отраслевых инвестиций в техническое перевооружение предприятий, в том числе в строительство новых предприятий;

– негибкая политика государственного законодательства в части регулирования таможенных пошлин на импортное оборудование и направления их на поддержку станкостроительной отрасли и машиностроения в целом, как это делается при протекционистской политике экономически развитых государств;

– потеря накоплений свободного капитала предприятий в результате либерализации цен в 1992 г. и дефолта 1998 г.;



	1970	1980	1990	1991	1993	1995	1998	2000	2003
Вся промышленность	10,6	8,1	6,9	5,3	2	1,7	1	1,5	1,8
Электроэнергетика	8,3	6	4	2,3	1,4	1,7	1,3	0,8	1,3
Топливная пром-сть	10	10,6	8,1	6,2	3,8	2,8	1,7	2,4	3,5
Черн. металлургия	9,5	8,3	7,5	3,6	1,9	2,1	0,6	0,8	1,1
Цвет. металлургия	12,7	9,7	5,3	4,7	2,2	1,6	0,9	2,4	3
Хим. и нефтехим. пром.	12,1	8,6	4,1	3,2	1,4	0,7	0,5	0,8	0,9
Маш-стр. и металлобр.	12,7	9,3	6,6	4,2	1	0,8	0,4	0,7	0,9
Лесохимическая пром.	12	9,2	6,8	5,8	1,3	1,2	0,7	1,6	1,8
Пр-во стройматериалов	9,3	5,7	6,4	4,8	1,3	1,4	0,6	1,1	1,2
Легкая пром-сть	10,2	7,4	8,4	5,9	1,5	0,6	0,2	0,5	0,5
Пищевая пром-сть	7,6	5,2	7,4	6,9	5,7	3	2	2,7	4,2

Рис. 2.6. Коэффициенты обновления ОПФ в промышленности в сопоставимых ценах, %

– резкое сокращение производства всеми отраслями промышленности, убыточность большинства предприятий и, соответственно, прекращение накопления свободных финансовых ресурсов, в том числе за счет амортизации, так как либерализационная реформа 1992 г. привела оборотный капитал и, в том числе, амортизационные фонды практически к нулевой величине;

– децентрализация и разукрупнение предприятий, ограничившие возможности предприятий аккумулировать свободный капитал до инвестиционного минимума (стоимости единицы оборудования) для простого воспроиз-

водства элементов технологической системы (средств производства, рабочей силы и инфраструктуры);

– высокий уровень банковского процента, блокирующий его окупаемость;

– резкое сокращение жизненного уровня населения и, соответственно, низкий уровень рублевых накоплений домашних хозяйств;

– высокая степень неопределенности частной собственности на капитал, стимулирующая вывод свободного капитала из инвестиционной сферы, в том числе его вывоз.

Как видно из рис. 2.5, наибольший коэффициент обновления имеют предприятия пищевой промышленности, что отражает преимущественно потребительский характер внутреннего рынка с высокой долей пищевых продуктов в товарообороте.

Контрольные вопросы

1. *Что такое производство?*
2. *Изобразите схему структуры народного хозяйства.*
3. *Изобразите схему классификации производств на примере машиностроения.*
4. *Что такое технология?*
5. *Какие элементы входят в состав технологического процесса?*
6. *Как согласно ГОСТ построена технологическая система по иерархическому уровню?*
7. *Что такое технологический процесс?*
8. *На какие виды подразделяются технологические системы по форме организации?*
9. *Что такое диверсификация?*
10. *Перечислите фазы жизненного цикла технологии.*
11. *Что такое технологический разрыв?*
12. *На какие виды подразделяются нововведения (инновации)?*
13. *Перечислите основные производственные факторы.*
14. *Что такое производственная мощность предприятия?*
15. *Что включает в себя технологическая подготовка производства (ТПП)?*
16. *Какие задачи решает ТПП?*
17. *Что такое износ основных средств?*
18. *Что такое норма амортизации?*

Глава 3
СЫРЬЕВОЙ КОМПЛЕКС РОССИИ

3.1. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЭКОНОМИКИ

Развитие и размещение производительных сил, жизнедеятельность человека в значительной степени испытывают влияние природно-географической среды, представляющей совокупность природных условий и ресурсов.

Природные условия включают все элементы живой и неживой природы, влияющие на хозяйственную деятельность человека (климат, рельеф).

Природные ресурсы – все элементы природы, которые используются в производстве в качестве сырья и энергии.

Наличие природных ресурсов, их количество, качество и сочетание определяют природно-ресурсный потенциал территории и являются главным условием размещения производительных сил на данной территории. При освоении крупных источников природных ресурсов возникают крупные промышленные центры, формируются хозяйственные комплексы и экономические регионы. Природно-ресурсный потенциал региона оказывает влияние на его рыночную специализацию и место в территориальном разделении труда. Размещение, условия добычи и характер использования природных ресурсов влияют на содержание и темпы регионального развития.

Исходной базой экономики любого индустриального общества являются природные ресурсы. Природные ресурсы – это та природная база, опираясь на которую, развивается хозяйство страны.

Природные ресурсы как естественная основа любого производства подразделяются:

– на ресурсы недр (к ним относятся все виды минерального сырья и топлива);

– биологические ресурсы, в том числе растительные, лесные и ресурсы животного мира;

– земельные ресурсы;

– водные ресурсы;

– ресурсы Мирового океана;

– рекреационные ресурсы.

По признаку исчерпаемости природные ресурсы делятся:

– на исчерпаемые, в том числе возобновимые (растительные, почвенные, водные) и невозобновимые (минеральные);

– неисчерпаемые (энергия солнца, ветра, текучей воды, климатические и космические ресурсы, а также ресурсы Мирового океана).

Экономическая оценка природных ресурсов включает учет множества факторов (экономических, социальных, технических, эколого-географических), которые обусловливают пространственные различия и значимость природных ресурсов для жизни и деятельности человека. При их экономической оценке используются следующие параметры:

– масштаб месторождения, определяемый его суммарными запасами;

– качество полезного ископаемого, его состав и свойства, условия эксплуатации;

– мощность пластов и условия залегания; хозяйственное значение;

– годовой объем добычи.

Минеральные ресурсы подразделяются по направлению использования на три группы (рис. 3.1) [17]:

1) топливные (горючие) – жидкое топливо (нефть), газообразное (природный газ), твердое (угли, горючие сланцы, торф);

2) металлорудные – руды черных, цветных, редких, благородных металлов;

3) неметаллические – горно-химическое сырье (апатиты, фосфориты, каменные и калийные соли), технические руды (асбест, графит, слюда, тальк), строительное сырье (глины, пески, камень, известняки) и т.д.

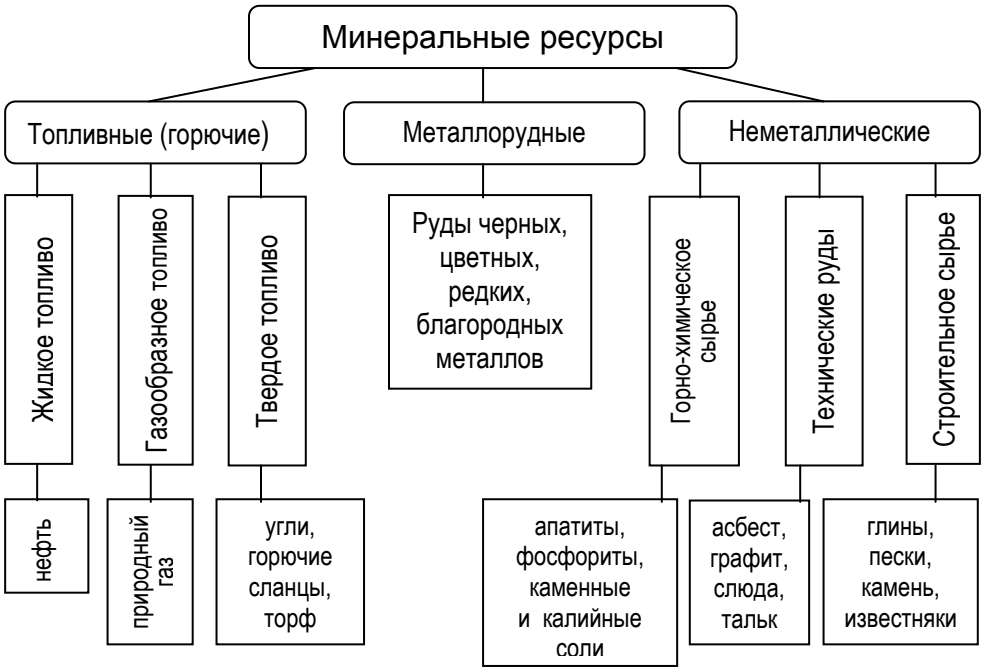


Рис. 3.1. Классификация минеральных ресурсов

По народно-хозяйственному значению полезные ископаемые делятся на две группы: балансовые и забалансовые. К *балансовым* относятся те полезные ископаемые, использование которых экономически целесообразно в настоящее время. Использование *забалансовых* полезных ископаемых экономически нецелесообразно из-за незначительных запасов, низкого качества, сложных условий эксплуатации и переработки.

Россия имеет мощный и разнообразный природно-ресурсный потенциал, способный обеспечить необходимые объемы собственного потребления и экспорта. В стране открыто и разведано около 20 тыс. месторождений полезных ископаемых. Она находится на одном из первых мест в мире по запасам большинства природных ресурсов, в том числе по запасам природного газа, каменного угля, железных руд, ряда цветных и редких металлов, апатитов, торфа, а также занимает ведущее место по запасам земельных, водных и лесных ресурсов.

В структуре минерально-сырьевой базы 71 % составляют топливно-энергетические ресурсы, представленные газом, углем, нефтью, 15 % – нерудное сырье, 13 % – черные и цветные металлы, 1 % приходится на алмазы и драгоценные металлы (золото, серебро, платину) (рис. 3.2).

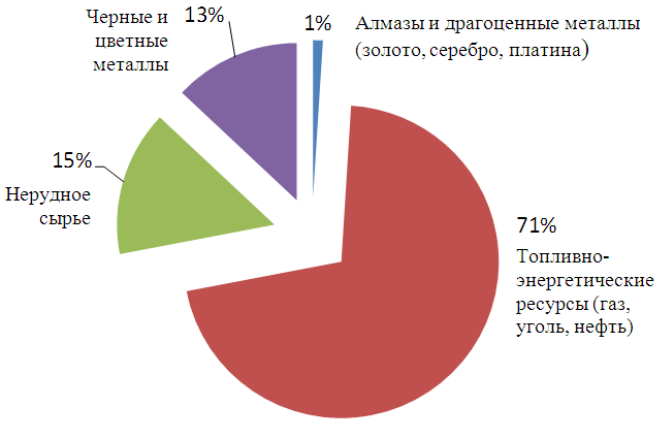


Рис. 3.2. Структура минерально-сырьевой базы России

Россия больше, чем другие страны, обеспечена минеральными ресурсами. Тем не менее в ее сырьевом комплексе имеется ряд серьезных проблем, а именно:

1. Неравномерное размещение природных ресурсов по территории страны. Значительная их часть сосредоточена в малоосвоенных удаленных северных и восточных регионах страны.

2. Уровень использования природных ресурсов крайне низок. Особенно это относится к богатым территориям северных регионов.

3. В результате распада СССР в России возник дефицит некоторых видов минерального сырья – марганца, хрома, урана, титана, высококачественных бокситов, циркония.

В экономическом развитии страны ведущую роль в настоящее время играют топливно-энергетические ресурсы.

3.2. СЫРЬЕ: ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ

Сырье является важнейшим исходным элементом любого технологического процесса. Его качество, соответствие технологическим требованиям и уровень переработки, стоимость и доступность в значительной степени определяют основные качественные, количественные и стоимостные показатели выпускаемой продукции.

Сырьем называют вещества природного и синтетического происхождения, используемые как исходный материал в производстве промышленной продукции и энергии.

Сырье в основном классифицируется по *агрегатному состоянию, составу и происхождению.*

По агрегатному состоянию сырье делится на *твердое* (уголь, торф, руды, сланцы, древесина), *жидкое* (вода, соляные рассолы, нефть) и *газообразное* (воздух, природные и промышленные газы).

По составу сырье подразделяется на *органическое и минеральное.* Органическое, в свою очередь, подразделяется по происхождению на *растительное и животное.* К минеральному сырью (от лат. *minera* – руда) относятся полезные ископаемые, добываемые из недр земли. Их особенностью является невозобновляемость по мере добычи и использования. Неравномерность распределения сырьевых ресурсов по поверхности земли и ее недрам, концентрация полезных веществ и химический состав определяют стоимость добычи и переработки сырья.

Минеральное сырье. Минеральное сырье является важнейшим сырьем промышленности. Оно включает в себя около 2500 различных минералов, отличающихся друг от друга по химическому составу, физическим свойствам, кристаллической форме, применению и прочим признакам. Земная кора состоит из 14 химических элементов (99,5 %): кислорода – 49,13 %, кремния – 26,00 %, алюминия – 7,45 %, железа – 4,20 %, кальция – 3,25 %, натрия – 2,40 %, магния – 2,35 %, калия – 2,35 %, водорода – 1,00 % и др.

Минеральное сырье делят на *рудное, нерудное и горючее.*

Рудным сырьем называют полезные ископаемые (промышленные *металлические руды),* содержащие один или несколько металлов в количестве и форме, допускающими их экономически выгодное извлечение. По количеству содержащихся металлов руды подразделяются на *монометаллические* –

содержат один металл, *биметаллические* – два металла – и *полиметаллические* – более двух извлекаемых при переработке металлов. Примером монометаллических руд являются железные, хромовые, золотые и другие руды, биметаллических – свинцово-цинковые, медно-молибденовые и др. Полиметаллические руды могут содержать цинк, свинец, медь, серебро, золото и др. металлы. Например, 50 % мировой добычи серебра, а в России – 70 % всего добываемого серебра извлекается из полиметаллических руд.

Металлы в рудах могут находиться в виде оксидов (железные руды), сульфидов (медные руды) или более сложных химических соединений.

Некоторые металлы встречаются в чистом виде или в сплавах с другими металлами – в так называемых *самородных* рудах, например, золото и платина. Металлические руды редко состоят только из металлосодержащих минералов. Обычно в их состав входят другие минералы, не содержащие металлы, называемые *пустой породой.*

Месторождения руд делят на *коренные* – *в* виде монолитных горных пород, рудных массивов – и *рассыпные* – продукты распада и разрушения коренных горных пород. Вторые хуже качеством, более рыхлые, мелкие, пылеватые породы и требуют больших затрат на добычу и обработку.

Нерудным называют сырье, используемое в производстве неметаллов (серы, фосфора и др.), различных солей (калийных, соды, поваренной соли и др.), минеральных удобрений и строительных материалов. Важнейшими видами нерудного сырья являются: самородная сера, апатиты, фосфориты, природные соли, песок, глина и т.д. К нерудному сырью относятся также и редкие минералы промышленного значения – алмазы, графит, асбест и др.

Для производства строительных материалов используют горные породы различного происхождения и состава: глину, песок, гравий, песчаник, гипс, известняк, мел, гранит, пемзу, туф и т.д. Многие виды сырья для производства строительных материалов добываются открытым способом в карьерах. Хотя большая часть нерудного сырья и содержит металлы, но в объемах и виде, экономически нецелесообразных для их извлечения, например, фосфориты, апатиты, алюмосиликаты и др.

К горючему минеральному сырью относятся органические ископаемые: нефть, газ, уголь, торф и сланцы, которые в основном используются как топливо или как сырье для химической промышленности.

По агрегатному состоянию все топливо подразделяется на *твердое* (ископаемые угли, торф, древесина, сланцы), *жидкое* (нефть, нефтепродукты), *газообразное* (природный и попутный газы).

По происхождению топливо подразделяется на *естественное* и *искусственное,* т.е. полученное в результате переработки естественного топлива или в качестве отходов различных технологических процессов (например, доменный газ).

Для оценки топлива основным показателем служит его *удельная теплота сгорания,* т.е. количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании единицы массы или объема топлива (Дж/кг и Дж/м^3). Техническая характеристика топлива определяется его составом. В состав всех видов топли-

ва входит *горючая* (органическая масса + горючие неорганические вещества, например, сера) и *негорючая масса* (зола, влага) – *балласт.* Органическая масса топлива состоит в основном из углерода, водорода, а также азота и кислорода. Чем больше в топливе золы и влаги, тем ниже его теплота сгорания; чем выше содержание углерода и водорода и меньше кислорода и азота, тем больше его теплота сгорания.

Для сопоставления тепловой ценности различных видов органического топлива принята *единица условного топлива.* Теплота сгорания 1 кг твердого условного топлива (или 1 $м^3$ газообразного) составляет 29,3 мДж или 7000 ккал. Соответственно, 1 т бурого угля принимается за 0,4 т, каменного угля – за 1,0 т, а нефти – за 1,4 т условного топлива. Для сопоставления экономической ценности топливных материалов берется цена нефти на мировом рынке.

3.3. ОБОГАЩЕНИЕ СЫРЬЯ

Обогащение полезных ископаемых проводится с целью увеличения содержания полезного элемента в используемом сырье. Оно дает возможность расширения сырьевой базы промышленности за счет вовлечения в эксплуатацию бедных по содержанию полезного сырья источников и позволяет получить для последующей переработки высококонцентрированное сырье. Полученные в результате обогащения фракции называются *концентратами,* а фракции, состоящие из пустой породы, – *хвостами.*

Методы обогащения сырья зависят от его агрегатного состояния и свойств основных компонентов. Обогащение минерального сырья (в твердом состоянии) подразделяется на механическое, физико-химическое и химическое и основано на различии в таких свойствах, как плотность, размер и форма зерен, прочность, электропроводность, смачиваемость, растворимость, магнитная проницаемость и др.

К механическому обогащению относится грохочение, гравитационное разделение, электромагнитная сепарация, электростатическое обогащение, термическое разделение и др. *Грохочение* основано на том, что минералы, входящие в состав сырья, разделяются на фракции по крупности просеиванием через сита – грохоты. *Гравитационное разделение* основано на различии скоростей осаждения частиц в текущей жидкости или газе в зависимости от их плотности, например, используется при промывке золота. *Электромагнитная сепарация* применяется для отделения магнитных материалов от немагнитных – пустой породы, например, при обогащении железной руды.

К физико-химическим способам обогащения сырья относится *флотационный метод,* основанный на различной смачиваемости компонентов, входящих в состав сырья.

Жидкие растворы различных веществ концентрируют выпариванием, вымораживанием, выделением примесей в осадок или газовую фазу.

Газовые смеси разделяют на компоненты с помощью различных физических и физико-химических методов, в том числе *абсорбцией* – поглощением отдельных газов жидкостями и *адсорбцией* – поглощением газов твердыми поглотителями и разделением сжиженных газов на фракции.

Химические способы обогащения основываются на различной растворимости в тех или иных химических растворителях, т.е. на способности вступать в химические реакции между элементами руды и растворителем. Эти способы наиболее распространены в металлургии и химической промышленности.

3.4. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ

Под комплексным использованием сырья понимается максимальное извлечение и использование всех ценных компонентов, входящих в добываемые полезные ископаемые на соответствующем месторождении, исходя из спроса и технологических возможностей предприятия.

Практически большинство месторождений являются комплексными и содержат ряд полезных компонентов. Так, на месторождениях нефти попутными компонентами являются газ, сера, бром, йод, бор; на газовых месторождениях – гелий, сера, азот; в ископаемых углях – колчедан, сера, глинозем, германий и т. д.

В цветной металлургии профилирующими считаются 11 металлов (алюминий, медь, никель, кобальт, свинец, цинк, вольфрам, молибден, ртуть, олово, сурьма), а совместно с ними можно извлекать еще более 60 компонентов (редкие, редкоземельные и благородные металлы). На предприятиях цветной металлургии попутно производится 30 % серы, 10 % цинка, меди, свинца.

Комплексное использование сырья достигается его обогащением, а также разнообразной химической переработкой сложного сырья с последовательным выделением его компонентов. В результате из одной горной породы извлекаются различные металлы, неметаллы, кислоты, соли, строительные материалы.

Примером комплексного использования твердого топлива, состоящего из сложной смеси органических веществ, может служить коксохимическое производство, где из углей разных марок, помимо кокса и коксового (светильного) газа, получают аммиак, сероуглерод, различные органические соединения для получения пластмасс, химических волокон, красителей, взрывчатых веществ и лекарственных препаратов.

Из газов, получающихся при нефтепереработке, можно получить метан, этан, пропан, бутан, этилен, пропилен, бутилен, ацетилен, сероводород и многие другие газы, являющиеся ценнейшим сырьем для получения пластмасс, каучука, химических волокон, серной кислоты, красителей и лекарств и т.д.

Комплексное использование сырья позволяет получить более широкий спектр продуктов.

3.5. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РОССИИ

Минерально-сырьевую базу отраслей промышленности страны (энергетики, топливной, черной и цветной металлургии, химической, строительной) составляет совокупность месторождений с разведанными и предварительно оцененными запасами.

Разведанные запасы – это запасы полезного ископаемого, выявленные в недрах в результате проведения комплекса геологоразведочных работ и оцененные с полнотой, достаточной для их отработки, проектирования и экономической оценки целесообразности строительства горнодобывающего предприятия.

К предварительно оцененным запасам относятся запасы полезного ископаемого, выявленные единичными выработками и оцененные путем геологически обоснованной интерполяции параметров, использованных при подсчете разведанных запасов. Они являются первоочередным резервом для воспроизводства разведанных запасов.

В России открыто и разведано около 20 тыс. месторождений полезных ископаемых, из которых примерно 37 % введены в промышленное освоение. Крупные и уникальные месторождения (около 5 %) содержат почти 70 % запасов и обеспечивают 50 % добычи минерального сырья.

Месторождения России содержат свыше 10 % мировых разведанных запасов нефти, примерно одну треть – газа, 12 % – угля, 28 % – железных руд, значительную часть разведанных запасов цветных и редких металлов (табл. 3.1).

По количеству разведанных запасов золота, платиноидов и платины Российская Федерация занимает второе место в мире, алмазов и серебра – первое. Имеются крупные запасы апатитов, калийных солей, плавикового шпата и других неметаллических полезных ископаемых.

Отличительной чертой минерально-сырьевой базы России является ее комплексность. Она включает в себя практически все виды полезных ископаемых:

– топливно-энергетические ресурсы (нефть, природный газ, уголь, уран);

– черные металлы (железные, марганцевые, хромовые руды);

– цветные и редкие металлы (медь, свинец, цинк, никель, алюминиевое сырье, олово, вольфрам, молибден, сурьма, ртуть, титан, цирконий, ниобий, тантал, иттрий, рений, скандий, стронций и др.);

– благородные металлы и алмазы (золото, серебро, платиноиды);

– неметаллические полезные ископаемые (апатиты, фосфориты, калийные и поваренная соли, плавиковый шпат, слюда-мусковит, тальк, магний, графит, барит, пьезооптическое сырье, драгоценные и поделочные камни и др.).

Таблица 3.1

Доля России в мировой добыче (производстве) и запасов основных видов минерального сырья, %

Минеральное сырье	Добыча	Разведанные промышленные запасы
Нефть	12,0	св.10
Природный газ	28,0	33,0
Уголь	8,0	12,0
Железная руда	8,0	28,02
Бокситы и глинозем	1,0	2,0
Хром	0,1	1,1
Кобальт	15,0	3,5
Медь	4,8	6,5
Алмазы промышленные	15,0	12,0
Золото	6,0	7,0
Марганцевая руда	2,0	2,7
Молибден	4,4	4,0
Никель	15,0	14,0
Фосфаты	6,5	9,0
Металлы платиновой группы	30,0	10,0
Олово	2,5	4,3
Вольфрам	10,0	11,0
Ванадий	30,0	50,0

Из недр России ежегодно извлекается: 8-12 % нефти, 27-30 % газа, 5-8 % угля, 8-10 % товарных железных руд, 12-15 % никеля и кобальта, значительная часть других цветных и редких металлов, золота, серебра, платиноидов и платины, алмазов, до 60 % апатитов, 12 % калийных солей от всего объема полезных ископаемых, добываемых мировым сообществом.

По наиболее проработанным и приемлемым оценкам, валовая ценность разведанных и оцененных запасов полезных ископаемых в ценах мирового рынка составляет почти 30 трлн долл. США, из них свыше трех четвертей приходится на нефть, газ, уголь. Однако этот огромный минерально-сырьевой потенциал изучен и освоен лишь частично.

На состоянии добывающих отраслей сказывается как сокращение геологоразведочных работ, так и состояние технологического парка оборудова-

ния в отрасли. Сокращение финансирования геологоразведочных работ из федерального бюджета привело к перераспределению геологоразведочных работ преимущественно на энергетическое сырье. Прирост вновь разведанных запасов почти по всем видам полезных ископаемых отстает от объемов добычи.

Распад СССР привел к разрыву хозяйственно-технологических связей в отраслях экономики. Это привело к сокращению транспортных потоков минерального сырья между странами СНГ: угля и железной руды из Казахстана в Россию, урана из Узбекистана, хрома с Украины, сурьмы из России в Киргизию, марганца из Грузии и т.д.

В последние годы положение несколько улучшается – в ряде отраслей происходит вертикальная интеграция и восстановление хозяйственно-технологических связей между предприятиями.

Контрольные вопросы

1. *Что такое природные ресурсы?*
2. *Как разделяются природные ресурсы в качестве естественной основы любого производства?*
3. *Какие параметры используются при экономической оценке природных ресурсов?*
4. *Изложите классификацию минеральных ресурсов.*
5. *Как выглядит структура минерально-сырьевой базы России?*
6. *Перечислите проблемы сырьевого комплекса России.*
7. *Какие вещества называют сырьем?*
8. *Изложите классификацию сырья по агрегатному состоянию.*
9. *Что такое единица условного топлива?*
10. *С какой целью проводится обогащение полезных ископаемых?*
11. *Перечислите методы обогащения минерального сырья.*
12. *Какие методы обогащения сырья относятся к механическим?*
13. *На чем основан флотационный способ обогащения?*
14. *На чем основан химический способ обогащения?*
15. *Что понимается под комплексным использованием сырья?*
16. *В чем состоит отличительная черта минерально-сырьевой базы России?*

Глава 4
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РОССИИ

Межотраслевой топливно-энергетический комплекс (ТЭК) – это система добычи и производства топлива и энергии, их транспортировки, распределения и использования. В экономике России он занимал и продолжает занимать ведущее место. Комплекс производит около 25 % промышленной продукции России, является важнейшим источником формирования бюджета страны, обеспечивает примерно половину валютных поступлений от экспорта продукции.

В ТЭК входят отрасли топливной промышленности (нефтяная, газовая, угольная, сланцевая, торфяная) и электроэнергетика. Все отрасли комплекса взаимосвязаны. Для учета общего объема добычи топлива и производства энергии, пропорций между ними, их распределения между потребителями составляется топливно-энергетический баланс. Он показывает соотношение добычи разных видов топлива и выработанной энергии (приход) и их использование в хозяйстве (расход). Для расчета баланса различные виды топлива и энергии пересчитывают в условное топливо. За единицу условного топлива принимают 1 кг каменного угля, дающего при сгорании 7000 ккал. Другие виды топлива пересчитываются в условное топливо по коэффициентам, исходя из их теплотворной способности (т.е. количества энергии, выделяющейся при сгорании 1 кг топлива).

Структура топливно-энергетического баланса страны постоянно меняется. До 70-х годов XX в. основную долю в ней имел уголь, в 70-80-е – нефть, в 90-е годы – природный газ.

4.1. ГАЗОВАЯ ОТРАСЛЬ РОССИИ

4.1.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Природный газ в качестве источника энергии является наиболее экологически чистым, в природе имеются значительные его запасы, что позволяет назвать природный газ топливом XXI века. В ближайшее десятилетие ожидается рост спроса на газ, превосходящий рост спроса на другие источники энергии. Это является положительным фактором для России, которая намерена сделать газ своим главным энергетическим экспортным преимуществом, а также мощным рычагом в международной политике.

По объемам разведанных месторождений газа Россия занимает первое место в мире (табл. 4.1). На ее долю приходится 30 % всего природного газа планеты. При нынешнем уровне добычи (в 2010 г. группой «Газпром» добыто 508,6 млрд м^3) этого хватит на 81 год.

В российской газовой отрасли сложилась уникальная ситуация – все государственные функции фактически переданы одному из субъектов хозяйственной деятельности – «Газпрому», деятельность государства ограничива-

ется регулированием цен на газ внутри России. Формированием годовых газовых балансов страны, проектами генеральных схем развития газовой отрасли, программами освоения углеводородных ресурсов, порядком доступа к газотранспортной системе занимается естественный монополист – «Газпром».

В стратегии ОАО «Газпром» придерживается принципа добычи такого объема газа, который обеспечен спросом. При наличии платежеспособного спроса российских потребителей и благоприятных условий на внутреннем и внешних рынках к 2020 г. добыча «Газпрома» может составить 640-660 млрд м^3 газа в год.

Стратегическими регионами добычи газа на долгосрочную перспективу являются полуостров Ямал, Восточная Сибирь, Дальний Восток, континентальный шельф России.

В основе стратегии «Газпрома» в освоении перспективных месторождений лежит экономическая эффективность, определяемая синхронным развитием мощностей по добыче газа и возможностей его транспортировки, комплексной переработки и хранения. На долю «Газпрома» приходится 78 % российского объема добычи газа и 15 % всего добываемого в мире газа.

В 2010 году в России было добыто 650,3 млрд м^3 газа (рис. 4.1).

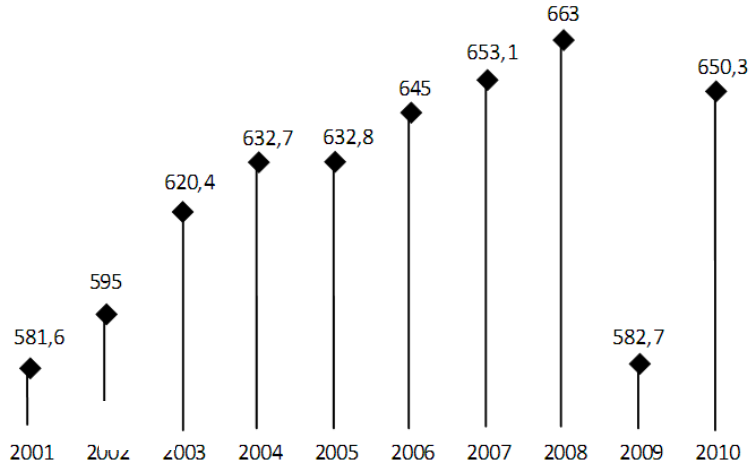


Рис. 4.1. Динамика добычи газа в России в 2001-2010 гг., млрд м^3

В 2006 г. был принят закон «Об экспорте газа», в соответствии с которым «Газпром» получил эксклюзивное право экспортировать российский газ. По мнению авторов закона, принцип «одного окна» на границе поможет России эффективнее торговать «голубым топливом», так как исключит конкуренцию между российскими поставщиками.

Существенная часть добываемого «Газпромом» газа законтрактована по долгосрочным контрактам вплоть до 2030 года.

Таблица 4.1

Производственные мощности Группы «Газпром» на территории России

Производственные мощности	2008 г.	2009 г.
Разрабатываемые месторождения, ед.	122	121
Газовые эксплуатационные скважины, ед., в т.ч. действующие, ед.	7 214 6 723	7 310 6774
Дожимные компрессорные станции/цеха, ед.	45 / 76	47 / 78
Установленная мощность ДКС, МВт	4 460,1	4 508,1

Страны Европы – доминирующий рынок потребления российского газа, второй по объемам после внутреннего рынка России. На долю Европы приходится 70% экспорта в страны дальнего зарубежья. Российские поставки обеспечивают 25% спроса Евросоюза. Главными покупателями являются Германия, Италия и Франция. Европейский рынок газа в настоящий момент является самым крупным в мире. Определяющее значение на газоснабжение стран Евросоюза оказывают поставки из России, Алжира, Норвегии. В будущем эта зависимость будет возрастать, хотя Евросоюз и пытается диверсифицировать своих поставщиков в рамках концепции европейской энергобезопасности. Нынешняя цена на газ определяется на основе усредненной стоимости альтернативных газу видов топлива, мазута и топочного дизельного топлива, умноженной на коэффициент, учитывающий теплотворную способность газа и нефтепродуктов. «Gaz de France» призвала производителей газа отказаться от привязки цены на газ к стоимости нефтепродуктов. Однако вряд ли это возможно в ближайшем будущем, ведь схема удобна как продавцам, так и покупателям.

Порядка 70 % европейского экспорта «Газпрома» идет по долгосрочным контрактам с местными гигантами-посредниками: «Eni», «E. On», «Wintershall», «RWE», «Gaz de France». Остальное – через не столь крупных посредников. Значительная часть средств от продажи газа оседает не у посредников, а в бюджете правительств Германии, Италии и Франции, где общая сумма налогов сравнима со стоимостью газа, продаваемого экспортерами на границе. Затраты же посредников на хранение газа и его доставку потребителю их даже превосходят.

Выход на конечного потребителя газа напрямую – одна из стратегических целей «Газпрома». Однако до сих пор этого сделать не удается: газ продается на границе – и намного дешевле, чем за него платят потребители.

Внутренний рынок является для концерна убыточным. Убытки от продажи газа на внутреннем рынке в 2006 г. составили 14 млрд рублей. Однако «Газпром» в 2006 г. объявил о начале перехода на рыночные принципы ценообразования. В перспективе, в связи с ежегодным увеличением тарифов на газ на внутреннем рынке не менее чем на 15 %, к 2010-2011 гг. продажа газа внутри России должна стать рентабельной и доходности европейских и российских продаж газа должны сравняться. Несмотря на протесты основных

потребителей – энергетиков и химиков – правительство следует этой цели. Точно по графику оптовые цены на газ в 2008 г. проиндексированы на 25 % (против 15 % в 2007 г.). Покупка газа у независимых производителей – одна из статей доходов концерна. В 2007 г. монополия покупала газ у независимых производителей по цене $20-25 за тыс. м^3, продавала его в Европе по $300 за тыс. м^3, а в России – по $42 за тыс. м^3 .

Проблемой нефтегазового рынка является снижение рентабельности добычи вследствие возрастания доли трудноизвлекаемых запасов. Освоение же новых месторождений, расположенных в экстремальных природных условиях, потребует кратного роста инвестиций.

При отсутствии серьезного прироста добычи газа в среднесрочной перспективе рост внутренней потребности РФ на газ будет покрываться независимыми производителями газа и посредством закупок газа в Средней Азии (в размере 80-90 млрд м^3 в год). Более 95 % российского газа поступает к потребителям через территории других стран, при этом две трети объема торговли – через территорию трех и более государств.

Отсутствие зафиксированных договорами правил, регулирующих транзитные отношения, серьезно повышает поставочные риски и вынуждает «Газпром» диверсифицировать пути доставки газа посредством строительства новых газопроводов.

За последние 20 лет наметилось быстрое становление рынка сжиженного природного газа (СПГ). На рынок СПГ Россия вышла в 2005 году. Поставки сжиженного газа танкерами по сравнению с трубопроводной поставкой имеют преимущества для стран, которые находятся на больших расстояниях от ресурсов газа.

4.1.2. НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ГАЗА

Газ – лучший вид топлива. Его отличают:

– полнота сгорания без дыма и копоти;

– отсутствие золы после сгорания;

– легкость розжига и регулирования процесса горения;

– высокий коэффициент полезного действия топливоиспользующих установок;

– экономичность и простота транспортировки к потребителю;

– возможность хранения в сжатом и сжиженном состоянии;

– отсутствие вредных веществ.

Немалую роль играет и низкая стоимость добычи газа по сравнению со стоимостью добычи других видов топлива – угля, торфа, нефти.

Если принять стоимость добычи угля (в пересчете на 1 т условного топлива) за 100 %, то стоимость добычи газа составит только 10 %.

Благодаря высоким потребительским свойствам, низким издержкам добычи и транспортировки, широкой гамме применения во многих сферах че-

ловеческой деятельности, природный газ занимает особое место в топливно-энергетической и сырьевой базе. В этой связи наращивание добычи его запасов и потребления идет высокими темпами.

Газовая отрасль – наиболее молодая отрасль топливного комплекса.

Газ применяется в народном хозяйстве:

– в качестве топлива в промышленности и быту;

– как сырье для химической промышленности.

В народном хозяйстве используется природный газ:

– добываемый из газовых месторождений;

– газ, добываемый попутно с нефтью;

– искусственный газ, извлекаемый при дегазации сланцев, угля.

Кроме того, используется газ, получаемый при производственных процессах в некоторых отраслях металлургической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Газ в больших количествах используется в качестве топлива в металлургической, стекольной, цементной, керамической, легкой и пищевой промышленности, полностью или частично заменяя такие виды топлива, как уголь, кокс, мазут; является сырьем в химической промышленности.

Крупнейшим потребителем газа в промышленности является черная металлургия:

– в доменных печах частичное применение природного газа дает экономию дефицитного кокса до 15 % (1 $м^3$ природного газа заменяет 0,9-1,3 кг кокса), повышает производительность печи, улучшает качество чугуна, снижает его стоимость; в вагранках применение газа снижает расход кокса вдвое;

– способ прямого восстановления железа из руд также основан на использовании газового топлива;

– применение газа в металлургии, кроме того, удлиняет сроки службы футеровки; снижается количество серы в чугуне.

В металлургии и машиностроении природный газ используется также для отопления прокатных, кузнечных, термических и плавильных печей и сушил. В металлообработке использование газа повысило коэффициент полезного действия печей почти в 2 раза, а время нагрева деталей сократилось на 40 %.

Применение природного газа в стекольной промышленности взамен генераторного газа повышает производительность стекловаренных печей на 10-13 % при одновременном снижении удельного расхода топлива на 20-30 %.

Применение природного газа снижает себестоимость цемента на 20-25 %, в кирпичном производстве цикл сокращается на 20 %, а производительность труда возрастает на 40 %.

В пищевой промышленности газ применяется для сушки пищевых продуктов, овощей, фруктов, выпечки хлебобулочных и кондитерских изделий.

При использовании газа на электростанциях уменьшаются эксплуатационные расходы, связанные с хранением, приготовлением и потерями топлива и эксплуатацией системы золоудаления, увеличивается межремонтный пробег котлов, не занимаются земли для золоотвалов, снижается расход элек-

троэнергии на собственные нужды, уменьшается количество эксплуатационного персонала, снижаются капитальные затраты.

Итак, рассматриваемая отрасль обеспечивает промышленность (около 45 % общего народнохозяйственного потребления), тепловую электроэнергетику (35 %), коммунальное бытовое хозяйства (более 10 %). Газ – самое экологически чистое топливо и ценное сырье для производства химической продукции.

4.1.3. ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

В 20-е годы XIX в. во Франции скважины бурили для поиска воды. В 1845 г. французский инженер Фовель сделал фундаментальное открытие – он нашел способ, как извлекать из скважины раздробленную породу. Для этого нужно было использовать ту же воду, для поисков которой и проделывались первые скважины.

В конце 50-х годов XIX в. начали бурить нефтяные скважины. Скорость проходки в это время составляла не более метра в сутки, а глубина скважины редко превышала полкилометра.

Лишь в начале XX в. скважины действительно начали бурить. Пионерами нового способа стали бакинские промышленники, первыми опробовавшие роторное бурение. При вращении долота в скважине порода крошилась, истиралась, и ее обломки поднимали наверх при помощи водных растворов. Скорость проходки возросла до 400-500 метров в сутки. Скважины стали в 3-4 раза глубже. Современные скважины бурят с учетом опыта всех предшественников. Порода разрушается буровым долотом (рис. 4.2), которое присоединено к бурильным трубам. По мере бурения долото изнашивается и его необходимо заменять.

Это очень трудоемкая операция, ведь для смены долота нужно поднять всю колонну бурильных труб, снять изношенное долото, накрутить новое и снова произвести спуск всей колонны. Диаметр долота больше диаметра бурильных труб и после того, как долото проходит пласт породы, остается пространство между бурильной трубой и пробуренной породой. Буровой раствор с помощью мощных насосов подают в бурильные трубы, он опускается вниз, а потом поднимается вверх по затрубному пространству, т.е. пространству между бурильными трубами и пробуренной породой. Вверху буровой раствор очищается от выбуренной породы (шлама) и снова закачивается в скважину. Ротор – специальное устройство, которое на поверхности приводит во вращение бурильные трубы, которые в свою очередь придают вращательное движение долоту.

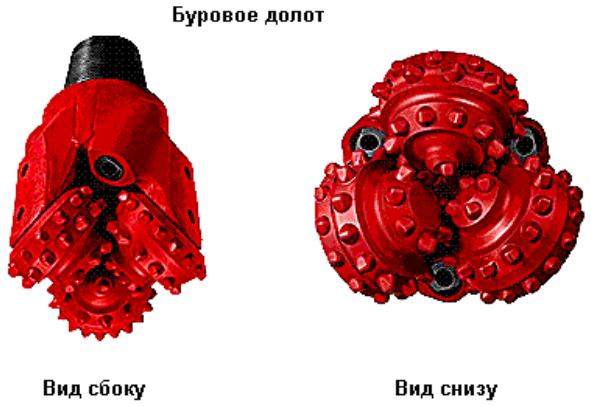


Рис. 4.2. Буровое долото

Сам по себе роторный инструмент весьма громоздкий и требует частой смены. Все это, конечно, сдерживало развитие роторного бурения. Действительно, куда это годилось, если при глубине скважины в 4 километра колонна бурильных труб, на которое насаживалось долото, весила уже более 200 тонн! Большая часть энергии тратилась уже не на углубление скважины, а на вращение самих труб. В 1922 году советский инженер М.А. Капелюшников предложил новый оригинальный метод бурения – турбинный. Двигатель, вращавший долото, был опущен на дно скважины. Таким образом, отпала необходимость во вращении всей колонны труб, а это, естественно, способствовало большей экономии энергии.

В дальнейшем метод турбинного бурения неоднократно усовершенствовался. Современный турбобур – это сложнейшая машина, длиной около 10 метров. Каждая ступень турбобура – всего их может быть около сотни – имеет два диска с профилированными лопатками. Один из дисков – статор – неподвижно закреплен в корпусе турбобура. Второй – ротор – вращается. А приводит турбобур во вращение буровой раствор, который под давлением нагнетается в скважину для вымывания остатков разбуренной породы и обтекает при этом роторные лопатки. Каждая секция турбобура развивает относительно небольшое усилие. Однако их много, и суммарная мощность оказывается достаточной, чтобы пробурить самую твердую породу.

В последние годы получили распространение и электрические турбобуры. Они приводятся в действие специальными электромоторами малого диаметра, опять-таки помещаемыми в нижнем конце колонны. Энергия подводится к двигателю по специальному кабелю, расположенному внутри бурильной трубы. Такой способ позволяет развивать на долоте значительные усилия, легко поддается автоматизации.

По существу, современная буровая установка представляет собой небольшое промышленное предприятие. Здесь есть и своя силовая подстанция, и установка для получения бурового раствора, и сама буровая вышка (рис. 4.3),

на которой монтируются мощные лебедки, и другое оборудование, необходимое для спуска и подъема бурильных и обсадных труб.

Особое внимание при бурении уделяют буровому раствору. Он должен выполнять несколько задач (о некоторых мы уже говорили): поднимать на поверхность обломки выбуренной породы, приводить во вращение турбобур. Также буровой раствор охлаждает долото, которое при трении значительно нагревается. Почему в современном бурении в качестве бурового раствора не используют простую воду, как это делали раньше? Оказалось, вода не очень удачно играет эту роль. Да, вода действительно может выносить выбуренную породу. Но что произойдет, если вдруг процесс бурения неожиданно остановится? Такое вполне может произойти, хотя это нежелательное явление на буровой. В этом случае вся выбуренная порода, которая находится в воде и которая уже направлялась наверх, начнет оседать вниз и через некоторое время с определенной глубины заполнит межтрубное пространство, по сути, похоронив навсегда долото, турбобур и, возможно, бурильную колонну. А это очень дорогостоящее оборудование.

Сейчас существуют долота, стоимость которых превышает полмиллиона рублей (2005 г.), а стоимость колонны бурильных труб может превышать десять миллионов рублей. Поэтому для бурения стали применять не воду, а специальный буровой раствор. Чаще всего глинистый раствор на основе глинопорошка. Такой раствор не дает оседать выбуренной породе, и при возобновлении бурения можно снова продолжить подъем шлама на поверхность.

К буровому раствору предъявляют еще одно требование. При бурении глубокой скважины могут встречаться пласты различного характера (водные, нефтяные, газовые). Одним из главных условий бурения является обеспечение неприкосновенности пластов. Буровики должны пробурить скважину, а другие специалисты определяют, какой пласт им нужен. Представьте себе пустое отверстие диаметром 30 сантиметров, глубиной 4 километра. Что произойдет, если такое отверстие загерметизировать сверху и оставить? Сначала из пластов различные смеси заполнят это пространство, а потом с наибольшим давлением жидкость или газ вытеснит остальные фракции и начнет проникать в другие пласты. А этими пластами могут оказаться водные пласты, близкие к поверхности земли, и нефть или газ может появиться в реках и озерах, а потом и в городских водопроводах. Этого, конечно, допускать ни в коем случае нельзя.

Поэтому, пока идет процесс бурения, весь ствол скважины заполнен буровым раствором, который не дает содержимому встречающихся пластов проникнуть в скважину. Для этого у бурового раствора должна быть определенная плотность, при этом он сам не должен «убегать» в пласты. Подобрать нужную плотность бурового раствора является непростой задачей. Иногда невозможно подобрать нужную плотность, чтобы держать в равновесии все пласты. В этом случае, как правило, в скважине предусматривается так называемая промежуточная колонна обсадных труб.

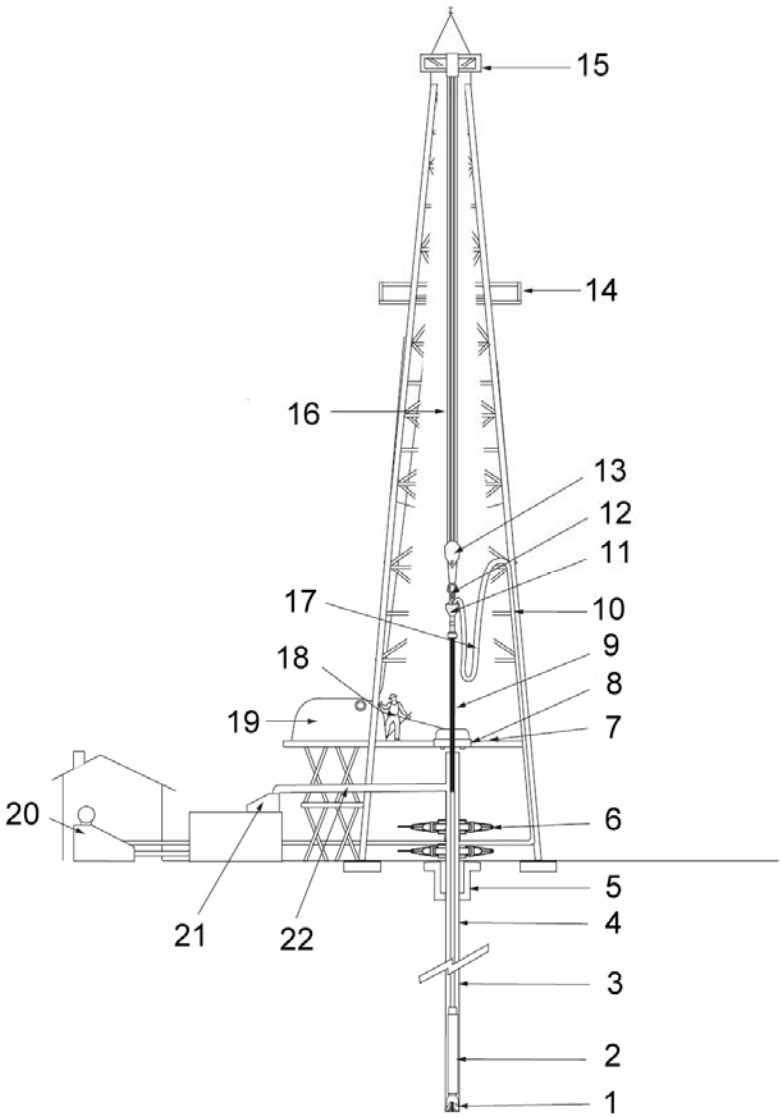


Рис. 4.3. Общая схема буровой установки:
1– буровое долото; 2 – УБТ; 3 – бурильные трубы; 4 – кондуктор; 5 – устьевая шахта; 6 – противовыбросовое устройства; 7 – пол буровой установки; 8 – буровой ротор; 9 – ведущая бурильная труба; 10 – буровой стояк; 11 – вертлюг; 12 – крюк; 13 – талевый блок; 14 – балкон верхового рабочего; 15 – кронблок; 16 – талевый канат; 7 – шланг ведущей бурильной трубы; 18 – индикатор нагрузки на долото; 19 – буровая лебёдка; 20 – буровой насос; 21 – вибрационное сито для бурового раствора; 22 – выкидная линия бурового раствора

Скважина бурится до определенной глубины с одним параметром бурового раствора, затем спускаются металлические обсадные трубы, пространство между обсадными трубами и пробуренной породой цементируется так называемым тампонажным раствором. После чего продолжают бурение с другим буровым раствором. Понятно, что установленные выше обсадные трубы должны быть большего диаметра, чем бурильная колонна и обсадные трубы, которые будут спущены ниже.

Иногда требуется устанавливать несколько промежуточных колонн и тогда конструкция скважины может принять такой вид (рис. 4.4). Последняя колонна, которая спускается ниже остальных, называется эксплуатационной колонной. Часто первую промежуточную колонну называют кондуктором.

К буровому раствору предъявляется дополнительное требование, которому глинистые растворы соответствуют не в полной мере. Когда долото вскрывает покрышку и начинает проходку в коллекторе, в коллектор также попадает буровой раствор.

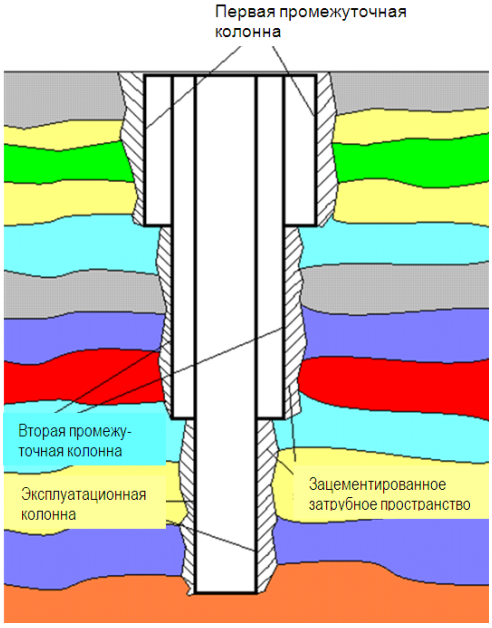


Рис. 4.4. Конструкция скважины

Помимо того, что раствор подается под большим давлением в скважину, на коллектор давит весь столб жидкости. Ведь столб бурового раствора высотой 3-5 километров тоже создает значительное давление. В итоге, может получиться, что часть бурового раствора попадет в коллектор возле скважины и забьет его поры. Коллектор окажется загрязненным и нефть не сможет легко просачиваться в скважину. Как правило, это сказывается на так называемом дебите скважины, т.е. объеме добычи. Если при правильном вскры-

тии пласта дебит мог составить одно значение, то при неправильном объем добычи скважины может уменьшиться в несколько раз, а иногда и вообще быть равен нулю. Правда, эта проблема больше касается эксплуатационных скважин, однако и в разведочных скважинах важно знать показатели пластов. Именно на этом основании в последнее время используют различные буровые растворы, основанные не на глине. Большое распространение получили так называемые биополимерные растворы. Через некоторое время после вскрытия пласта такие растворы разлагаются и не оставляют после себя засоров в коллекторе.

Как правило, разведочные скважины бурят вертикальными, т.е. без значительного отклонения от места забуривания, но иногда применяется наклонно-направленное бурение.

4.1.4. ДОБЫЧА ГАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Извлечение метана из угольных пластов призвано стать одним из основных направлений стратегии расширения ресурсной базы ОАО «Газпром» и, по сути, приведет к созданию в России новой отрасли по добыче метана в угольных бассейнах. Кроме того, промышленное внедрение российских технологий добычи метана из угольных пластов поможет свести к минимуму аварийность на угольных шахтах, значительно улучшит экологическую обстановку.

Россия обладает гигантскими прогнозными ресурсами угольного газа – около 84 трлн м^3, что сопоставимо с третью прогнозных ресурсов природного газа в стране. Наиболее подходящим для организации промышленной добычи в настоящее время является район Кузбасса, в котором прогнозные ресурсы метана составляют 13 трлн м^3 (рис. 4.5).

В феврале 2010 г. в Кемеровской области «Газпром» запустил первый в России промысел по добыче угольного газа, который открыт на Талдинском месторождении. По предварительным оценкам, в долгосрочной перспективе прогнозные годовые объемы добычи газа в Кузбасском бассейне могут составить около 20 млрд м^3.

Сибирская угольная энергетическая компания (СУЭК) планирует внедрить технологию дегазации угольных пластов на одной из шахт г. Ленинска-Кузнецкого Кемеровской области. Для внедрения технологии дегазации в Кузбассе будет закуплен комплект оборудования для бурения дегазационных скважин у компании «Joy Mining Mashinery». Стоимость одного комплекта составляет 15 млн рублей.

Известны три основных способа дегазации шахт:

1) предварительная дегазация разрабатываемых угольных пластов;

2) дегазация смежных угольных пластов;

3) отсос концентрированных метано-воздушных смесей из выработанных пространств.

Предварительная дегазации шахт проводится до начала разработки угольного пласта и заключается в бурении параллельных скважин глубиной по 100-250 м и диаметром 80-120 мм через 10-25 м. Каждая дегазационная скважина через водоотделитель подсоединяется к шахтной сети газопроводов. Отсос газа из угольного пласта производится под разрежением до 13,5-27 кн/м^2 (100-200 мм рт. ст.) в течение длительного периода времени (свыше 100-150 суток).

Необходимость, возможность и экономическая целесообразность крупномасштабной промысловой добычи метана из угольных пластов подтверждается опытом освоения метано-угольных промыслов в США, которые занимают лидирующее положение в мире по уровню развития «новой газовой отрасли». В США добыча метана резко возросла от 5 млрд м^3 в 1990 г. до 27,6 млрд м^3 в 1995 г., а в 2009 г. достигла 56 млрд м^3, что составило около 10 % от добычи традиционного газа в США.

Рис. 4.5. Освоение ресурсов метана угольных бассейнов России

При дегазации смежных угольных пластов используется эффект частичной их разгрузки от горного давления, способствующий переходу сорбированного этими пластами метана в свободное состояние. При этом способе дегазации скважины бурят из горных выработок до смежных пластов, залегающих выше и ниже разрабатываемого пласта на различных расстояниях, не превышающих радиус эффективной дегазации шахт. Скважины подсоединяются к газопроводной системе.

При отсосе газа из выработанных пространств они тщательно изолируются перемычками и воздухонепроницаемыми (например, из породы с различными уплотнителями) полосами от действующих горных выработок и при помощи шахтных газопроводов производится отвод газа с высоким содержанием метана, скопившегося в пустотах, образованных между обрушившимися кусками пород.

4.1.5. СЖИЖЕННЫЙ ГАЗ: ПОЛУЧЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА

Сжиженный природный газ (СПГ) представляет собой бесцветную жидкость без запаха, плотность которой в два раза меньше плотности воды. На 75-99 % состоит из метана. Температура кипения составляет −158…−163 °С. В жидком состоянии – не горюч, не токсичен, не агрессивен. Для использования подвергается испарению до исходного состояния. При сгорании паров образуется диоксид углерода и водяной пар.

СПГ получают из природного газа путем сжатия с последующим охлаждением. При сжижении природный газ уменьшается в объеме примерно в 600 раз. Процесс сжижения идет ступенями, на каждой из которых газ сжимается в 5-12 раз, затем охлаждается и передается на следующую ступень. Собственно сжижение происходит при охлаждении после последней стадии сжатия. Процесс сжижения таким образом требует значительного расхода энергии – до 25 % от ее количества, содержащегося в сжиженном газе.

СПГ рассматривается как важная технология импорта природного газа целым рядом стран, включая Францию, Бельгию, Испанию, Южную Корею и США. Самый крупный потребитель СПГ – Япония, где практически 100 % потребностей газа покрывается импортом СПГ.

Доставка СПГ – процесс, включающий в себя несколько стадий. Сначала происходит трансформация природного газа в СПГ на заводах по сжижению газа, которые обычно располагаются рядом с районами добычи природного газа.

СПГ хранится в специальных криоцистернах, устроенных по принципу сосуда Дюара. Транспортируется СПГ на специализированных морских судах – танкерах, оборудованных криоцистернами. Регазифицированный СПГ транспортируется конечным потребителям по трубопроводам.

В 2009 г. странами – лидерами по поставкам сжиженного газа были: 1. Катар (49,4 млрд м^3); 2. Малайзия (29,5 млрд м^3); 3. Индонезия (26,0 млрд м^3); 4. Австралия (24,2 млрд м^3); 5. Алжир (20,9 млрд м^3); 6. Тринидад и Тобаго (19,7 млрд м^3).

Основными импортерами СПГ в 2009 г. были: 1. Япония (85,9 млрд м^3); 2. Республика Корея (34,3 млрд м^3); 3. Испания (27,0 млрд м^3); 4. Франция (13,1 млрд м^3); 5. США (12,8 млрд м^3); 6. Индия (12,6 млрд м^3).

В России в 2006 г. построен первый завод СПГ. Завод построен в рамках проекта «Сахалин – 2» в поселке Пригородное на юге Сахалина. Завод был запущен 18 февраля 2009 года. В торжественной церемонии приняли

участие представители Японии, Великобритании и Нидерландов, страны-участницы проекта «Сахалин – 2». По результатам работы в 2010 г. завод по производству СПГ вышел на проектную производственную мощность – 9,6 млн т СПГ (что эквивалентно 13 млрд $м^3$ газообразного природного газа).

Также для транспортировки газа со Штокмановского месторождения потребителям в Атлантическом регионе (США, страны южной Европы) «Газпром» планирует построить завод в деревне Териберка в Мурманской области; предполагается привлечение иностранных партнеров (например, компании «GDF Suez») к строительству завода СПГ на Ямале; в Приморье будет построен второй завод по производству сжиженного природного газа.

4.1.6. ТРАНСПОРТИРОВКА ГАЗА

Газ, поступающий из скважин, необходимо подготовить к транспортировке конечному пользователю – на химический завод, котельную, ТЭЦ, городские газовые сети. Необходимость подготовки газа вызвана присутствием, кроме целевых компонентов (целевыми для различных потребителей являются разные компоненты), также примесей, вызывающих затруднения при транспортировке либо применении. Так, пары воды, содержащейся в газе, при определенных условиях могут образовывать гидраты; конденсируясь, скапливаться в различных местах (например, в изгибах трубопровода) и мешая продвижению газа; сероводород вызывает сильную коррозию газового оборудования (труб, емкостей теплообменников и т.д.). Помимо подготовки самого газа, необходимо подготовить и трубопровод. Широкое применение при этом находят азотные установки, которые применяются для создания инертной среды в трубопроводе. Газ подготавливают по различным схемам. Согласно одной из них в непосредственной близости от месторождения сооружается установка комплексной подготовки газа (УКПГ), на которой производится очистка и осушка газа в абсорбционных колоннах. Такая схема реализована на Уренгойском месторождении.

Если газ содержит в большом количестве гелий либо сероводород, то газ обрабатывают на газоперерабатывающем заводе, где выделяют гелий и серу. Эта схема реализована, например, на Оренбургском месторождении.

В настоящее время основным видом транспорта является трубопроводный. Газ под давлением 75 атмосфер прокачивается по трубам диаметром до 1,4 метра. По мере продвижения газа по трубопроводу он теряет кинетическую энергию, преодолевая силы трения как между газом и стенкой трубы, так и между слоями газа, которая рассеивается в виде тепла. Поэтому через определенные промежутки необходимо сооружать компрессорные станции (КС), на которых газ дожимается до 75 атмосфер и охлаждается. В настоящее время в России есть все предпосылки для перехода на строительство газопроводов из труб повышенной прочности, рассчитанных на давление 120 атмосфер для наземных трубопроводов и 150-200 атмосфер – для морских. Сооружение и обслуживание трубопровода – весьма дорогостоящие, но, тем не

менее, – это наиболее дешевый с точки зрения начальных вложений и организации способ транспортировки газа на небольшие и средние расстояния.

Кроме трубопроводного транспорта широко используют специальные танкеры – газовозы. Это специальные суда, на которых газ перевозится в сжиженном состоянии в специализированных изотермических емкостях при температуре −150 … −160 °С. При этом степень сжатия достигает 600 раз в зависимости от потребностей. Для транспортировки газа этим способом необходимо протянуть газопровод от месторождения до ближайшего морского побережья, построить на берегу терминал, который значительно дешевле обычного порта, для сжижения газа и закачки его на танкеры и сами танкеры. Обычная вместимость современных танкеров составляет порядка от 150 000 до 250 000 м³. Такой метод транспортировки является более экономичным, чем трубопроводный, для расстояний до потребителя сжиженного газа более 2000-3000 км, так как основную стоимость составляет не транспортировка, а погрузочно-разгрузочные работы, но требует более высоких начальных вложений в инфраструктуру, чем трубопроводный. К достоинствам относится также тот факт, что сжиженный газ куда более безопасен при перевозке и хранении, чем сжатый.

Добываемый в России природный газ поступает в магистральные газопроводы, объединенные в Единую систему газоснабжения (ЕСГ) России (рис. 4.7). ЕСГ является крупнейшей в мире системой транспортировки газа.

В состав ЕСГ входят 160,4 тыс. км магистральных газопроводов и отводов, 215 линейных компрессорных станций с общей мощностью газоперекачивающих агрегатов в 42 тыс. мВт, 6 комплексов по переработке газа и газового конденсата, 25 объектов подземного хранения газа.

Благодаря централизованному управлению, большой разветвленности и наличию параллельных маршрутов транспортировки ЕСГ способна обеспечивать бесперебойные поставки газа даже при пиковых сезонных нагрузках.

Единая система газоснабжения России принадлежит «Газпрому».

В 2009 г. введены в эксплуатацию магистральные газопроводы и отводы протяженностью 865 км, а также две линейные компрессорные станции общей мощностью 252 мВт.

При формировании газотранспортной системы «Газпрома» в 70-80-х гг. прошлого века был заложен значительный запас прочности. Стабильность функционирования газовых магистралей обеспечивается, благодаря внедрению прогрессивных методов диагностики, проведению планово-предупредительных и ремонтных работ.

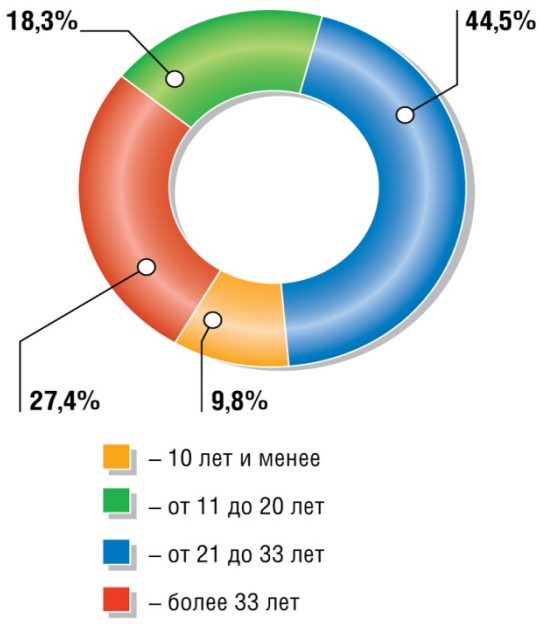


Рис. 4.6. Структура магистральных газопроводов по сроку службы

Структура магистральных газопроводов по сроку службы показана на рис. 4.6.

В 2009 г. «Газпром» направил на реконструкцию и техническое перевооружение ГТС около 36,5 млрд рублей. В результате ремонта газопроводов и улучшения их технологического состояния число отказов по сравнению с 2002 г. (32 отказа) существенно уменьшилось и стабилизировалось за последние три года на уровне 17-20 отказов ежегодно (0,11-0,13 отказов на 1 000 км). Снижение аварийности является прямым следствием использования прогрессивных методов диагностики ГТС и планово-предупредительных работ, которые позволяют эффективно выявлять изношенные участки и устаревшее оборудование.

Подземные хранилища газа (ПХГ) являются неотъемлемой частью Единой системы газоснабжения России и расположены в основных районах потребления газа. Использование ПХГ позволяет регулировать сезонную неравномерность потребления газа, снижать пиковые нагрузки в ЕСГ, обеспечивать гибкость и надежность поставок газа. Сеть ПХГ обеспечивает в отопительный период до 20 % поставок газа российским потребителям, а в дни резких похолоданий эта величина достигает 30 %. На территории Российской Федерации расположены 25 подземных хранилищ с суммарной активной емкостью 65,2 млрд м^3.

Расширение мощностей ПХГ – одна из стратегических задач «Газпрома». Затраты на создание мощностей подземного хранения газа для регулирования сезонной неравномерности в 5-7 раз ниже затрат на создание соответствующих резервных мощностей в добыче и транспорте газа.

С целью обеспечения надежности газоснабжения потребителей в зимний период и пикового спроса на газ в настоящее время в России реализуются проекты создания ПХГ в соляных отложениях: Волгоградского с объемом активного газа 830 млн м^3 и Калининградского – 261 млн м^3. Начало закачки газа в Калининградское ПХГ планировалось в 2011 г., в Волгоградское ПХГ – в 2012-2013 годах.

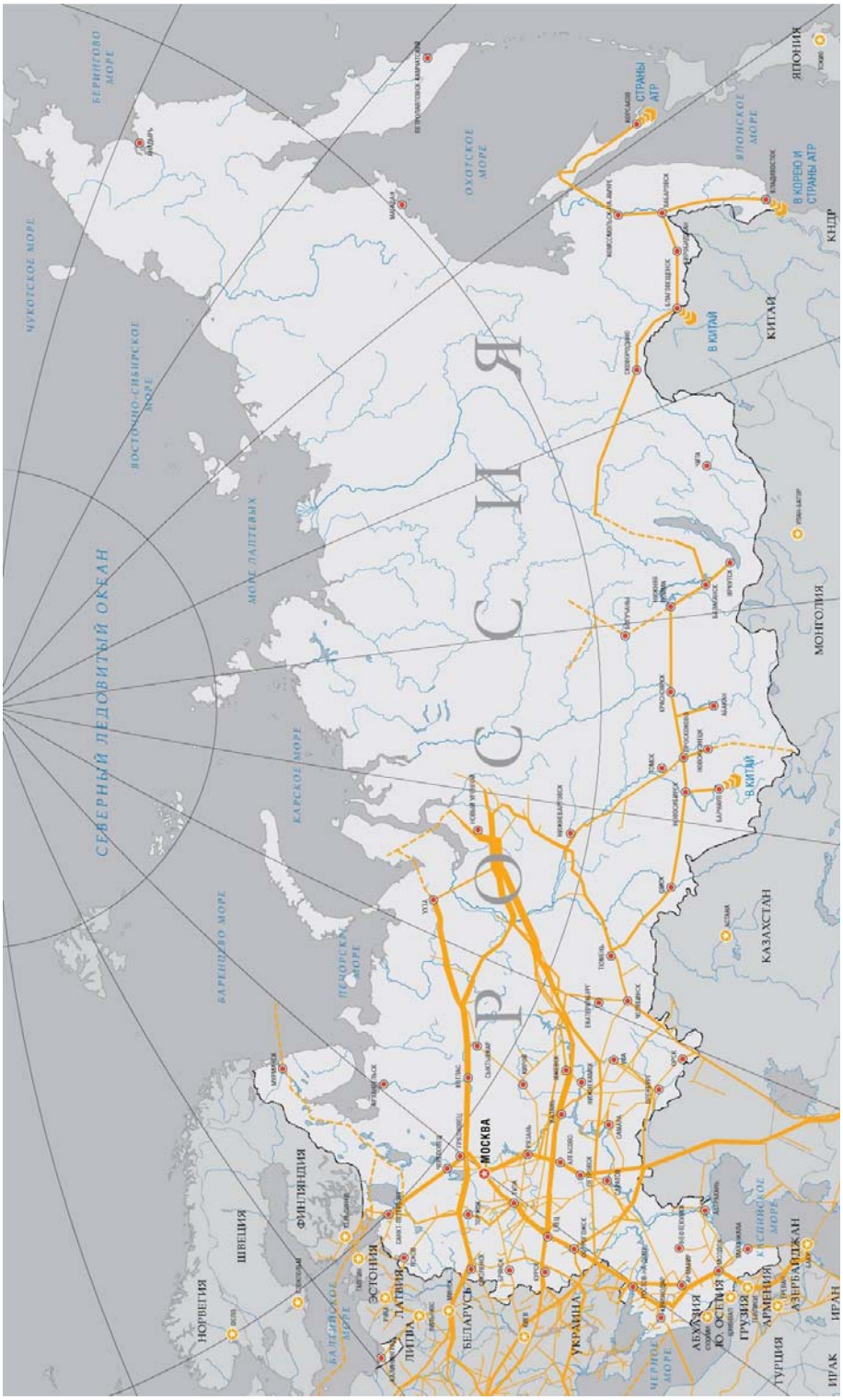


Рис. 4.7. Единая система газоснабжения (ЕСГ) России

«Газпром» использует также мощности ПХГ, расположенные на территории европейских государств: Австрии (Хайдах), Великобритании (Хамбли Гроув), Германии (Реден), Латвии (Инчукалнское), Франции (мощности ПХГ компании «Витол»). В 2009 г. в ПХГ зарубежных стран было закачано 2,5 млрд м^3 газа, суммарный отбор газа составил более 3 млрд м^3.

Газопроводы

1. **«Алтай»** (рис. 4.8) – открывает китайский рынок, минует страны-транзитеры, диверсифицирует экспортные поставки «Газпрома». Подписание экспортного контракта – в 2011 году. Протяженность – около 2 600 км, предполагается использовать трубу диаметром 1 420 мм, а также современные мощные компрессорные станции, позволяющие с высокой эффективностью и надежностью осуществлять экспортные поставки.

Начало поставок запланировано в конце 2015 года.

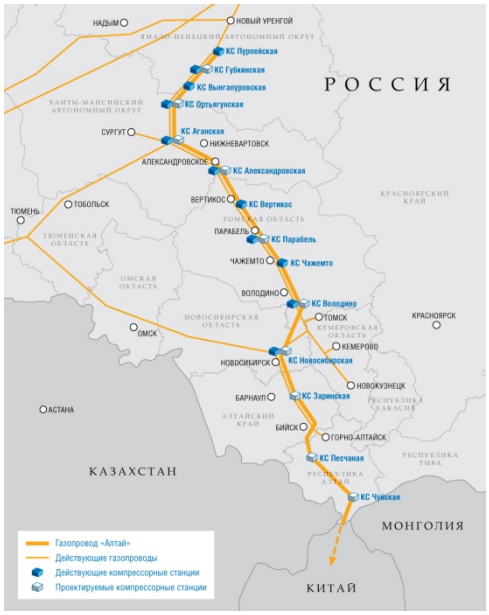


Рис. 4.8. Газопровод «Алтай»

2. Газопровод **Бованенково – Ухта** и **Ухта – Торжок** (рис. 4.9) предназначен для транспортировки газа Бованенковского месторождения с проектным уровнем добычи 115 млрд м^3 в год. Ввод в эксплуатацию системы магистральных газопроводов Бованенково – Ухта должен быть обеспечен в III квартале 2012 года.

Рис. 4.9. Газопровод Бованенково – Ухта и Ухта – Торжок

3. **«Голубой поток»** (рис. 4.10) предназначен для поставок российского природного газа в Турцию через акваторию Черного моря, минуя третьи страны.

«Голубой поток» дополняет газотранспортный коридор из России в Турцию, который проходит через территорию Украины, Молдавии, Румынии и Болгарии. «Голубой поток» существенно повысил надежность поставок газа в Турцию, а также способствовал развитию газового рынка и газовой инфраструктуры этой страны.

Общая протяженность газопровода – 1213 км, из них морской участок - длиной 396 км. В 2010 г. по газопроводу поставлено около 16 млрд м³ газа. Существуют планы строительства продолжения газопровода в Израиль, Италию, а также расширения мощности «трубы» в 2 раза — до 32 млрд м³ в год.

Рис. 4.10. Газопровод «Голубой поток»

4. **Грязовец – Выборг** (рис. 4.11) предназначен для обеспечения поставок газа в газопровод «Северный поток» потребителям Северо-Западного региона России. Протяженность газопровода – 917 км, диаметр – 1400 мм, давление – 9,8 МПа. Проектная мощность – 55 млрд м^3 газа в год.

Проектом предусматривается строительство семи компрессорных станций (КС), включая КС «Портовая», которая будет расположена на российском побережье Балтийского моря в бухте Портовая рядом с г. Выборг Ленинградской области. Ввод газопровода в эксплуатацию осуществляется поэтапно с 2011 года. Планируется, что на проектную мощность газопровод выйдет к концу 2012 года.

Рис. 4.11. Газопровод Грязовец – Выборг

5. Газопровод **Джубга – Лазаревское – Сочи** (рис. 4.12) включен в ут-вержденную Правительством РФ Программу строительства олимпийских объ-ектов и развития г. Сочи как горноклиматического курорта. Протяженность – 177 км, включая морской участок – 159,5 км.

Трасса газопровода пройдет по дну Черного моря вдоль прибрежной полосы на расстоянии около 4,5 км от берега до газо-распределительной станции Кудепста вблизи г. Сочи. Ежегодная производительность – около 3,8 млрд м^3.

Рис. 4.12. Газопровод Джубга – Лазаревское – Сочи

6. Газопровод **Дзуарикау – Цхинвал** (рис. 4.13) предназначен для повышения надежности и стабильности газоснабжения Южной Осетии. Введен в эксплуатацию в августе 2009 года. Является самым высокогорным газопроводом, которому в мире нет аналогов.

На трассе проложено 15 тоннелей общей протяженностью 1848 м, построено 29 переходов через водные преграды. Трасса проходит через пять горных хребтов, а на перевале Кударский преодолевает точку в 3148 метров.

Рис. 4.13. Газопровод Дзуарикау – Цхинвал

7. **Касимовское ПХГ – КС «Воскресенск»** (рис. 4.14) введен в октябре 2009 г. с целью обеспечения максимальной надежности поставок газа в г. Москву и Московскую область. Новый газопровод позволил в осенне-зимний период за счет максимального суточного отбора газа из Касимовского и Увязовского подземных хранилищ дополнительно поставлять до 130 млн м^3 в сутки (суммарный объем активного газа в хранилищах составляет порядка 10 млрд м^3 – примерно столько потребляет Москва в холодное время года.

Рис. 4.14. Газопровод Касимовское ПХГ – КС «Воскресенск»

8. **Минск – Вильнюс – Каунас – Калининград** (рис. 4.15).

В рамках программы по газификации регионов РФ ОАО «Газпром» с 2008 года реализует «План мероприятий по обеспечению подачи газа в Калининградскую область в объеме 2,5 млрд м^3 в 2010 году», который включает три инвестиционных проекта:

Рис. 4.15. Газопровод Минск – Вильнюс – Каунас – Калининград

1. Расширение существующих мощностей для обеспечения подачи газа в объеме 2,5 млр м^3 в год.

2. Расширение КС «Краснознаменская». Газоперекачивающий агрегат ГПА-4РМ предназначен для сжатия газа с целью дальнейшей транспортировки по магистральному трубопроводу, мощность – 4 тыс. КВт.

3. Строительство Калининградского ПХГ. Общий объем хранимого газа – 1 112 млн м^3.

9. Газопровод **Мурманск – Волхов** (рис. 4.16) обеспечит поставки газа с Штокмановского месторождения для потребителей Северо-Западного региона России и экспортные поставки по газопроводу «Северный поток». Реализует социально значимую программу газификации Мурманской области и Карелии, что ускорит промышленное развитие региона.

Осуществляется разработка проектной документации.

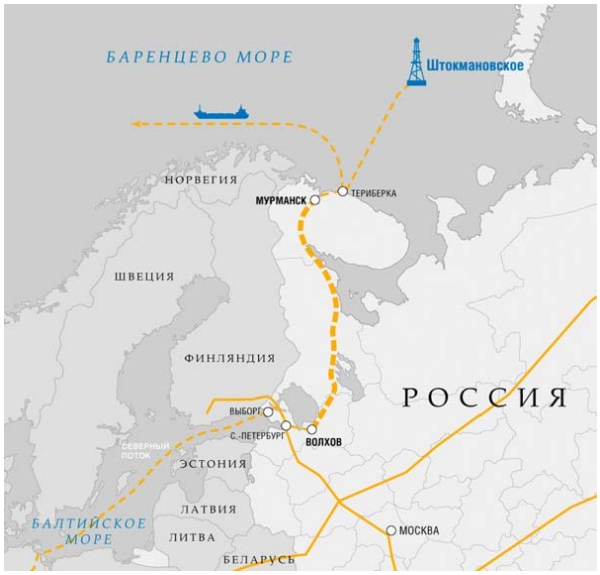


Рис. 4.16. Газопровод Мурманск – Волхов

10. **Починки – Грязовец** (рис. 4.17). Цель строительства – повышение надежности и гибкости работы Единой системы газоснабжения России в Северо-Западном и Центральном регионах.

На первом этапе газопровод будет обеспечивать поставки дополнительных объемов газа в Северо-Западный регион, в том числе для газопровода «Северный поток». На следующем этапе, с приходом газа из месторождений Ямала, газопровод начнет работать в реверсивном режиме, поток газа будет перенаправлен в Центральный регион.

Протяженность газопровода – около 650 км. Ввод газопровода осуществлен в 2011 году.

Рис. 4.17. Газопровод Починки – Грязовец

11. **Прикаспийский газопровод** (рис. 4.18). Россия, Казахстан и Туркменистан придают большое значение углублению взаимовыгодного сотрудничества в газовой отрасли.

Рис. 4.18. Прикаспийский газопровод

Государства признают совместную заинтересованность в обеспечении надежной транспортировки природного газа, добываемого на территориях государств Центральной Азии, в Россию. Предполагаемый объем транспортируемого по Прикаспийскому газопроводу газа будет составлять до 30 млрд м^3 в год из Туркменистана; до 10 млрд. м^3 в год из Казахстана. Россия, Казахстан и Туркменистан могут в будущем рассмотреть возможность увеличения мощности Прикаспийского газопровода с учетом развития своей сырьевой базы. Протяженность Прикаспийского газопровода составит около 1700 км, из которых более 500 км придется на территорию Туркменистана и около 1200 км – на Казахстан.

20 декабря 2007 г. подписано трехстороннее межправительственное Соглашение о сотрудничестве по строительству Прикаспийского газопровода. В сентябре 2008 г. ОАО «Газпром», АО «НК «КазМунайГаз» и ГК «Туркменгаз» подписали Соглашение об основных принципах сотрудничества по строительству Прикаспийского газопровода, Положение о Координационном комитете и Положение о группе управления проектом. Утверждены Базовое задание на ТЭО строительства Прикаспийского газопровода и основные исходные данные по проекту. В настоящее время ведется работа по формированию договорно-правовой базы и согласованию проектно-технических решений.

12. Расширение **Уренгойского газотранспортного узла** (рис. 4.19). «Газпром» реализует стратегическую задачу по увеличению объемов добычи газа. В частности, для вывода дополнительных объемов газа из Надым-Пур-Тазовского региона в настоящее время ведется расширение Уренгойского газотранспортного узла и строительство магистрального газопровода Северные районы Тюменской области – Торжок.

Согласно проекту предусмотрено строительство трубопроводов – 406 км – и трех компрессорных станций суммарной мощностью 272 МВт.

Рис. 4.19. Расширение Уренгойского газотранспортного узла

13. **Сахалин – Хабаровск – Владивосток** (рис. 4.20). В сентябре 2007 г. приказом Министерства промышленности и энергетики РФ утверждена «Программа создания в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке единой системы добычи, транспортировки газа и газоснабжения с учетом возможного экспорта газа на рынки Китая и других стран АТР» (Восточная газовая программа). «Газпром» назначен Правительством РФ координатором деятельности по реализации этой программы.

Система позволит обеспечить газом большинство потребителей Хабаровского и Приморского краев, Еврейской АО и Сахалинской области. Основной ресурсной базой для развития ГТС станут месторождения шельфа Сахалина, в том числе проекта «Сахалин – 3».

Общая протяженность трассы ГТС превысит 1 800 км. При полном развитии с 14 компрессорными станциями система сможет обеспечить ежегодную транспортировку порядка 30 млрд м^3 сахалинского газа.

Газопровод должен обеспечить газоснабжение Владивостока и ввод генерирующих мощностей в Приморском крае, в том числе к саммиту АТЭС 2012 года.

Рис. 4.20. Газопровод Сахалин – Хабаровск – Владивосток

Ввод в эксплуатацию газотранспортной системы Сахалин – Хабаровск – Владивосток и подача газа в Приморский край по поручению Правительства РФ осуществлены «Газпромом» в 2011 году.

14. **«Северный поток»** (рис. 4.21). В 2005 г. «Газпром» приступил к строительству газопровода «Северный поток» («Nord Stream») из России в страны Западной Европы через акваторию Балтийского моря. Проектная мощность – 55 млрд м^3 газа в год. Сухопутный участок газопровода протяженностью 917 км проходит по территории РФ от Грязовца до Выборга. Морской участок протяженностью 1198 км проложен по дну Балтийского моря до побережья Германии с отводом в Швецию.

«Северный поток» – принципиально новый маршрут экспорта российского газа в Европу. Отличительной особенностью газопровода является отсутствие на его пути транзитных государств, что снижает риски транспортировки газа и его стоимость, одновременно повышая надежность экспортных

поставок. Для проектирования, строительства и эксплуатации морского участка «Северного потока» создано совместное предприятие «Nord Stream AG», зарегистрированное в Швейцарии.

В капитале совместного предприятия «Газпрому» принадлежит 51 %, немецким компаниям «BASF» и «E.ON» – по 24,5 %.

Рис. 4.21. Схема морского участка газопровода «Северный поток»

В апреле 2010 г. в Балтийском море началось строительство газопровода «Северный поток». Для укладки первой нитки газопровода в 2010-2011 гг. были задействованы три судна: «Castoro 6», «Castoro 10» и «Solitaire».

В 2011 г. строительство первой линии газопровода завершено. Началась укладка второй линии, которая позволит увеличить мощность газопровода с 27,5 до 55 млрд м^3. В 2012 г. вторая нитка газопровода выйдет на берег Германии в район г. Грайфсвальд.

15. «**Средняя Азия – Центр**» (рис. 4.18). Природный газ, поступающий по газопроводной системе «Средняя Азия – Центр» («САЦ»), является важным элементом формирования общей ресурсной базы ОАО «Газпром», которая обеспечивает потребности внутреннего рынка России, стран СНГ и дальнего зарубежья.

Газопровод проходит через территории Туркменистана, Узбекистана, Казахстана и России. Его протяженность составляет около 5000 км.

На момент окончания строительства первой очереди в 1967 г. «САЦ» был самым крупным газопроводом в мире – его протяженность составляла около 3000 км. Он связал территории Туркменистана, Узбекистана и Казахстана с промышленными центрами России.

Впервые в истории мировой газовой промышленности были использованы трубы диаметром 1200-1400 мм. К 1985 г. «САЦ» превратился в много-

ниточную систему магистральных газопроводов и газопроводов-отводов с ежегодной пропускной способностью 80 млрд м^3.

Между Россией, Туркменистаном, Узбекистаном и Казахстаном существует ряд соглашений, в соответствии с которыми осуществляются закупка и транзит природного газа по территории России.

16. **Северные районы Тюменской области (СРТО) – Торжок** (рис. 4.22). Газопровод СРТО – Торжок станет важной частью действующей в настоящее время многониточной газотранспортной системы Уренгой – Надым – Перегребное – Ухта – Торжок. Основная цель реализации проекта – увеличение поставок газа потребителям Северо-Западного региона России, а также обеспечение экспортных поставок по газопроводу Ямал – Европа.

Рис. 4.22. Газопровод
Северные районы Тюменской области (СРТО) – Торжок

Трасса газопровода пролегает от Уренгойского месторождения в Западной Сибири до г. Торжка, где находится одна из узловых точек Единой системы газоснабжения России. Протяженность газопровода – 2200 км. Количество компрессорных станций – 13 (общей мощностью 968 МВт). Проектная производительность – 20,5-28,5 млрд м^3 в год на различных участках.

Строительство газопровода началось в 1995 году. Ввод в эксплуатацию линейной части газопровода завершен в 2006 году. По состоянию на 31 декабря 2009 г. построено 10 компрессорных станций суммарной мощностью 743 МВт. Ввод еще трех станций будет синхронизирован с вводом в эксплуатацию газопровода Бованенково – Ухта в 2012 году.

17. **«Южный поток»** (рис. 4.23). Для диверсификации поставок российского природного газа в Европу и снижения зависимости поставщиков и покупателей от стран-транзитеров, в частности от Украины и Турции, создается газопровод «Южный поток» («South Stream»). «Южный поток» считается конкурентным проектом планируемого газопровода «Набукко», который должен пройти прямо в Европу южнее России и который поддерживают Евросоюз и США. Существует мнение, что появление проекта «Южный поток» связано со сложностями в реализации продолжения газопровода «Голубой поток» через Босфор на Балканы.

Предполагается, что газопровод «Южный поток» будет состоять из четырех ниток по 15,57 млрд $м^3$ каждая. Первая нитка должна быть введена в эксплуатацию 30 декабря 2015 года. Предусмотрен ввод по одной нитке в год с выходом газопровода на полную мощность (63 млрд $м^3$) в 2018 году. Стоимость строительства морского участка газопровода ориентировочно составит около 15,5 млрд евро.

Подводный отрезок газопровода будет иметь протяженность 900 км. 21 марта 2011 г. подписан меморандум «Газпрома» с «Wintershall Holding GmbH» (дочерняя структура «BASF») о взаимопонимании в отношении «South Stream», согласно которому «Wintershall» получит в проекте 15 %. «Газпромом» сохранит за собой 50 %. В результате доля «ENI» снизится до 25 %, а «EdF» станет владельцем 10 % «South Stream».

О маршрутах прокладки обеих веток «Южного потока» пока нет определенности. Юго-западную ветку планируется проложить через Грецию, откуда она пройдет через Ионическое море в Италию. Северо-западная ветка по плану должна пройти в Италию с ответвлением в Австрию. Как транзитные страны изначально рассматривались Румыния, Венгрия и Словения. Альтернативные маршруты могут пройти через Сербию и Хорватию. В результате сделки между «Газпромом» и Сербией, в рамках которой Сербия присоединилась к проекту, а «Газпром» заручился 50%-ми сербского участка «Южного потока», наиболее вероятным стал второй вариант маршрута.

Большая часть морского участка будет проходить по экономической зоне Украины либо Турции. Планируется, что часть маршрута пройдет по экономической зоне Румынии. Согласно первоначальным планам руководителей проекта строительство газопровода «Южный поток» могло быть начато в ноябре 2010 года. Однако строительство «Южного потока» не начато.

18. «**Ямал – Европа**» (рис. 4.24). Транснациональный газопровод «Ямал – Европа» проходит по территории четырех стран – России, Белоруссии, Польши и Германии.

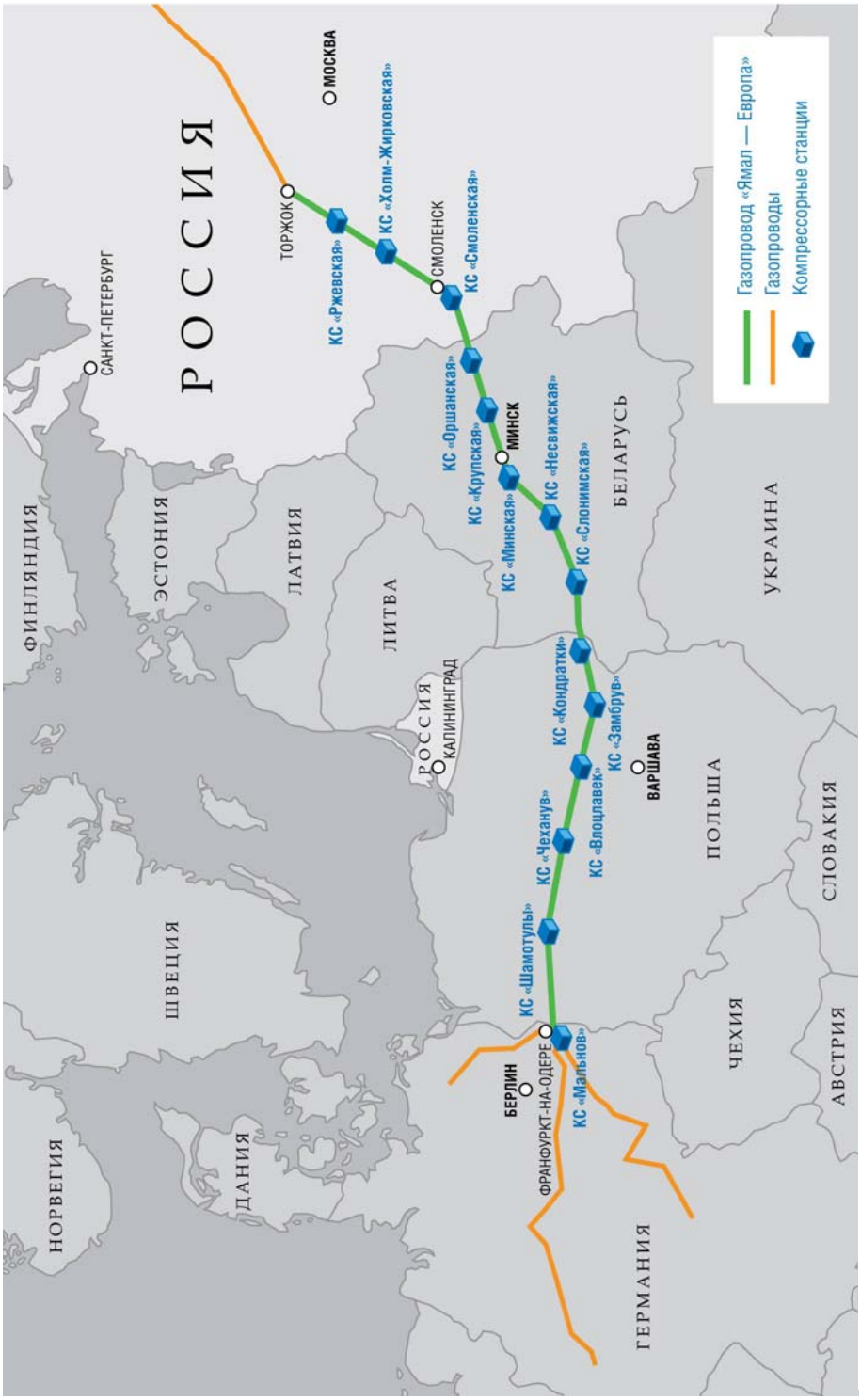


Рис. 4.24. Газопровод «Ямал – Европа»

Новый экспортный коридор повысил гибкость и надежность поставок российского газа в Западную Европу. Европейский Союз отнес проект «Ямал – Европа» к приоритетным инвестиционным проектам, реализуемым в рамках «Trans-European Network» («TEN», «Трансъевропейские сети»).

Строительство газопровода началось в 1994 г, а с введением в строй в 2006 г. последней компрессорной станции газопровод «Ямал – Европа» вышел на проектную мощность 32,9 млрд м^3 в год. Количество компрессорных станций на газопроводе – 14, диаметр труб – 1420 мм, общая протяженность – более 2 тыс. км.

Магистраль берет начало от торжокского газотранспортного узла в Тверской области, где принимает газ из газопровода Северные районы Тюменской области (СРТО) – Торжок. Протяженность российского участка составляет 402 км с тремя компрессорными станциями: Ржевская, Холм-Жирковская и Смоленская.

По Белоруссии проходит 575 км газопровода, здесь построены пять компрессорных станций: Несвижская, Крупская, Слонимская, Минская и Оршанская. «Газпром» является единственным владельцем белорусского участка газопровода.

Польский участок насчитывает 683 км линейной части и пять компрессорных станций: Чеханув, Шамотулы, Замбрув, Влоцлавек, Кондратки. Польским участком газопровода владеет «EuRoPol Gaz» (совместное предприятие «Газпрома» и польской «PGNiG»).

Крайней западной точкой газопровода является компрессорная станция Мальнов в районе Франкфурта-на-Одере вблизи немецко-польской границы, где газопровод соединяется с газотранспортной системой «YAGAL – Nord», которая, в свою очередь, связывает его с газотранспортной системой «STEGAL – MIDAL – ПХГ «Реден». Владельцем германского участка газопровода является «WINGAS» (совместное предприятие «Газпрома» и «Wintershall Holding GmbH»).

19. **Уренгой – Помары – Ужгород** (рис. 4.7) – магистральный экспортный газопровод. Соединяет газовые месторождения севера Западной Сибири с Ужгородом на Западной Украине. Далее газ транспортируется конечным потребителям в Центральной и Западной Европе. Пересекает российско-украинскую границу севернее города Сумы. По Украине газ транспортируется до компрессорной станции в районе Ужгорода на украинско-словацкой границе и к меньшим компрессорным станциям на венгерской и румынской границах. Трубопровод пересекает Уральский хребет и более 600 рек, включая Обь, Волгу, Дон и Днепр.

Российская часть газопровода управляется ОАО «Газпромом», украинская – дочерней компанией НАК «Нафтогаз Украины» «Укртрансгазом».

Строительство газопровода закончено в 1983 году. Общая длина – 4451 км (протяженность по территории Украины 1160 км), мощность – 32 млрд м^3 газа в год, диаметр труб – 1420 мм.

4.1.7. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

В России сосредоточено около 30% доказанных и свыше 40% прогнозных мировых запасов газа. Несмотря на такие запасы, Россия все больше отстает от западных стран по уровню газификации. Хотя из мирового опыта известно, что газификация обеспечивает значительное повышение эффективности экономики и позволяет успешно решать социальные проблемы.

В мире постоянно возрастает потребление газа. На обозримую перспективу прогнозируется существенное повышение спроса на газ в Европе и Азии. Учитывая все эти факторы, специалисты считают необходимым ставить задачу доведения добычи газа в стране к 2020 г. как минимум до 900 млрд $м^3$ в год. Только при таких объемах добычи можно будет повысить уровень газификации в стране, увеличить продажу газа за рубеж и использовать получаемые средства не только на развитие газовой промышленности, но и на модернизацию других отраслей экономики.

Вовлечение в оборот ямальских месторождений газа, расположенных к европейским потребителям ближе других месторождений, использование для сооружения газовых объектов суперблоков массой 500 и более тонн на плавучих основаниях и других прогрессивных технологий, а также переход на газопроводы нового поколения позволят резко сократить удельные капиталовложения в создание мощностей по добыче и транспорту ямальского газа. Газопроводы нового поколения обеспечат значительное сокращение затрат на транспорт газа. Все это, в конечном счете, повысит конкурентоспособность российского газа (в сравнении с газом стран Персидского залива).

Большие запасы нефти и газа расположены в районах Восточной Сибири и Дальнего Востока. Поскольку в газе месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока содержится большое количество важных химических элементов, то его следует использовать в качестве топлива только после переработки на газохимических производствах. Для этого необходимо создать мощные газохимические комплексы по производству современных продуктов и товаров, потребность в которых на мировом рынке постоянно возрастает. Именно такая стратегия развития создаст возможность значительного роста поставок газа и продуктов газохимии за рубеж, прежде всего в страны Азиатско-Тихоокеанского региона, и получения значительных доходов в бюджет государства на длительную перспективу.

Безусловно, необходимо ставить задачу создания в стране мощностей по переработке нефти и газа, чтобы продавать за рубеж не чистую нефть и газ, а нефтехимические продукты, товары, изделия. Страны, производящие нефтехимические продукты высокой степени товарной готовности, получают доход в 10 раз больше, чем страны, продающие сырую нефть.

Нельзя дальше мириться с тем, что Россия, обладающая огромными ресурсами нефти и газа, производит на душу населения химических продуктов меньше в сравнении с США в 19 раз, в 15-17 раз - с Японией, Германией,

Италией, в 4,5 раза – с Китаем, 3-7 раз – с Болгарией, Польшей, Румынией, Венгрией. Также меньше в сравнении с этими странами производится в России (на душу населения) синтетических смол и пластмасс.

Несомненно, сейчас газовые программы должны стать приоритетными для государства. Подобная экономическая политика позволит, наконец, получать средства внутри страны для проведения структурной перестройки экономики, обеспечить развитие высокотехнологичных отраслей и занять достойное место среди технологически развитых стран мира.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

В процессе освоения нефтяных и газовых месторождений наиболее активное воздействие на природную среду осуществляется в пределах территорий самих месторождений, трасс линейных сооружений (в первую очередь магистральных трубопроводов), в ближайших населенных пунктах (городах, поселках). При этом происходит нарушение растительного, почвенного и снежного покровов, поверхностного стока, срезка микрорельефа.

Такие нарушения, даже будучи временными, приводят к сдвигам в тепловом и влажном режиме грунтовой толщи и к существенному изменению ее общего состояния, что обуславливает активное, часто необратимое развитие экзогенных геологических процессов. Добыча нефти и газа приводит также к изменению глубоко залегающих горизонтов геологической среды.

Особо следует остановиться на возможных необратимых деформациях земной поверхности в результате извлечения из недр нефти, газа и подземных вод, поддерживающих пластовое давление.

В мировой практике достаточно примеров, показывающих, сколь значительным может быть опускание земной поверхности в ходе длительной эксплуатации месторождений. Перемещения земной поверхности, вызываемые откачками из недр воды, нефти и газа, могут быть значительно большими, чем при тектонических движениях земной коры.

Неравномерно протекающее оседание земной поверхности часто приводит к разрушению водопроводов, кабелей, железных и шоссейных дорог, линий электропередач, мостов и других сооружений. Оседания могут вызывать оползневые явления и затопление пониженных участков территорий. В отдельных случаях, при наличии в недрах пустот, могут происходить внезапные глубокие оседания, которые по характеру протекания и вызываемому эффекту мало отличимы от землетрясений. Предприятия по добыче и переработке газа загрязняют атмосферу углеводородами, главным образом в период разведки месторождений (при бурении скважин).

Иногда эти предприятия, несмотря на то, что газ экологически чистое топливо, загрязняют открытые водоемы, а также почву. Природный газ отдельных месторождений может содержать весьма токсичные вещества, что требует соответствующего учета при разведочных работах, эксплуатации скважин и линейных сооружений.

Так, в частности, содержание сернистых соединений в газе нижней Волги настолько велико, что стоимость серы как товарного продукта, получаемого из газа, окупает затраты на его очистку. Это является примером очевидной экономической эффективности реализации природоохранной технологии.

На участках с нарушенным растительным покровом, в частности, по трассам дорог, магистральных газопроводов и в населенных пунктах, увеличивается глубина протаивания грунта, образуются сосредоточенные временные потоки и развиваются эрозионные процессы. Они протекают очень активно, особенно в районах песчаных и супесчаных грунтов. Скорость роста оврагов в тундре и лесотундре в этих грунтах достигает 15-20 м в год. В результате их формирования страдают инженерные сооружения (нарушение устойчивости зданий, разрывы трубопроводов), необратимо меняется рельеф и весь ландшафтный облик территории.

Состояние грунтов не менее существенно изменяется и при усилении их промерзания. Развитие этого процесса сопровождается формированием пучинных форм рельефа. Скорость пучения при новообразовании многолетнемерзлых пород достигает 10-15 см в год. При этом возникают опасные деформации наземных сооружений, разрыв труб газопроводов, что нередко приводит к гибели растительного покрова на значительных площадях.

Загрязнение приземного слоя атмосферы при добыче нефти и газа происходит также во время аварий, в основном природным газом, продуктами испарения нефти, аммиаком, ацетоном, этиленом, а также продуктами сгорания. В отличие от средней полосы, загрязнение воздуха в районах Крайнего Севера при прочих равных условиях оказывает более сильное воздействие на природу вследствие ее пониженных регенерационных способностей.

В процессе освоения нефтегазоносных северных районов наносится ущерб и животному миру (в частности, диким и домашним оленям). В результате развития эрозионных и криогенных процессов, механического повреждения растительного покрова, а также загрязнения атмосферы, почв и т.п. происходит сокращение пастбищных площадей.

Итак, нарушения окружающей среды, обусловленные изменением инженерно-геологической обстановки при добыче газа, возникают, по существу, везде и всегда. Избежать их полностью при современных методах освоения невозможно. Поэтому главная задача состоит в том, чтобы свести к минимуму нежелательные последствия, рационально используя природные условия.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Прогнозируемые объемы добычи газа в стране – до 730 млрд м^3 до 2020 года. К 2020 году холдинг «Газпром» планирует добывать 650-670 млрд м^3 газа в год.

При этом инвестиции в добычу ежегодно будут составлять порядка 210 млрд руб., а в развитие газотранспортных систем – более 350 млрд рублей.

Месторождения

1. Мегапроект **«Ямал»**

Полуостров Ямал является одним из важнейших стратегических нефтегазоносных регионов России. Промышленное освоение месторождений Ямала и прилегающих акваторий имеет принципиальное значение для обеспечения роста российской добычи газа после 2010 года (табл. 4.2).

Комплексное освоение месторождений суши Ямала планируется осуществить путем создания трех промышленных зон – Бованенковской, Тамбейской и Южной, с каждой из которых связана своя группа месторождений:

– Бованенковская промышленная зона включает три базовых месторождения: Бованенковское, Харасавэйское, Крузенштернское (лицензии принадлежат группе «Газпром»). Суммарная ежегодная добыча газа предполагается на уровне до 220 млрд м^3, конденсата – до 4 млн тонн;

– Тамбейская промышленная зона включает шесть месторождений: Северо-Тамбейское, Западно-Тамбейское, Тасийское, Малыгинское (лицензии принадлежат группе «Газпром»), Южно-Тамбейское и Сядорское. Суммарная ежегодная добыча газа предполагается на уровне до 65 млрд м^3, конденсата – до 2,8 млн тонн;

– Южная промышленная зона включает девять месторождений: Новопортовское (лицензия принадлежит группе «Газпром»), Нурминское, Малоямальское, Ростовцевское, Арктическое, Среднеямальское, Хамбатейское, Нейтинское, Каменномысское (суша). Суммарная ежегодная добыча газа предполагается на уровне до 30 млрд м^3, нефти – до 7 млн тонн.

Изучается возможность строительства на Ямале завода по сжижению газа. Таким образом, максимальная ежегодная добыча газа на Ямале сопоставима по объему с текущими поставками газа ОАО «Газпром» на российский рынок и в два раза превышает поставки газа в дальнее зарубежье.

Таблица 4.2

Перспективы ежегодной добычи газа на Ямале

Год	2011	2015	2020	2025	2030
Добыча газа, млрд м^3	7,9	75-115	135-175	200-250	310-360

Для обеспечения транспортировки ямальского газа в период до 2030 года планируется создание уникальной, не имеющей аналогов в России газотранспортной системы нового поколения. Ямальский газ будет транспортироваться по направлению Ямал – Ухта (5-6 ниток) протяженностью около 1100 км и далее по направлению Ухта – Грязовец, Грязовец – Торжок, Грязовец – Ярославль, Ухта – Починки. Общая протяженность транспортировки ямальского газа по новым газопроводам составит более 2500 километров. Новая газотранспортная система, которая в будущем станет ключевым зве-

ном ЕСГ России, будет обеспечивать транспортировку газа с месторождений полуострова Ямал в объеме более 300 млрд $м^3$ в год и включать в себя 27 современных компрессорных станций суммарной мощностью 8600-11600 МВт. При этом общая протяженность линейной части магистральных газопроводов составит порядка 12-15 тыс. километров. Создание газотранспортной системы с полуострова Ямал будет способствовать полномасштабной реконструкции действующей Единой системы газоснабжения России.

2. **Восточная газовая программа**

Восточная Сибирь и Дальний Восток составляют порядка 60% территории Российской Федерации. Начальные суммарные ресурсы газа суши Востока России составляют 52,4 трлн $м^3$, шельфа – 14,9 трлн $м^3$. Вместе с тем геологическая изученность газового потенциала региона является крайне низкой и составляет 7,3 % для суши и 6 % для шельфа.

Для увеличения ресурсной базы «Газпром» ведет геологоразведку в Красноярском и Камчатском краях, Иркутской области, в Республике Саха (Якутия) и на шельфе о. Сахалин. К 2030 г. в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах «Газпром» планирует «прирастить» до 7 трлн $м^3$ газа.

Приоритетом работы «Газпрома» на Востоке и базовым принципом Восточной газовой программы является первоочередное газоснабжение российских потребителей.

Чиканское месторождение (Иркутская область). В 2008 году введено в опытно-промышленную эксплуатацию. В настоящее время ведется проектирование газопровода от Чиканского месторождения для обеспечения природным газом городов Саянск, Ангарск и Иркутск.

Собинское месторождение (Красноярский край). Проводятся работы по обустройству нефтяных оторочек. Прорабатывается возможность создания на базе Собинского месторождения газоперерабатывающего и газохимического комплекса.

Чаяндинское месторождение (Республика Саха (Якутия)) –уникальное по запасам газа месторождение в Якутии, содержащее также значительные объемы гелия. Проводятся геологоразведочные работы. Планируется строительство газопровода Якутия – Хабаровск – Владивосток, прорабатываются вопросы создания на базе Чаяндинского месторождения газоперерабатывающих мощностей, а также мощностей по производству СПГ в Приморском крае.

Газоснабжение **Камчатки**. «Газпром» ведет обустройство Кшукского и Нижне-Квакчикского месторождений на западном побережье Камчатского полуострова, а также строительство магистрального газопровода Соболево – Петропавловск-Камчатский, ввод в эксплуатацию которого осуществлен в 2010 году. Проект также предусматривает строительство распределительных сетей в г. Петропавловске-Камчатском. Правительством РФ принято решение о предоставлении «Газпрому» лицензии на Западно-Камчатский участок. В 2009-2011 гг. планировалось прирастить около 200 млрд $м^3$ газа.

Сахалинский шельф является наиболее подготовленным к началу добычи и организации поставок газа потребителям Дальнего Востока России.

«Сахалин – 2». Крупный интегрированный СРП (соглашение о разделе продукции) проект, осуществляемый международным консорциумом. Основным акционером проекта является «Газпром». В рамках проекта «Сахалин – 2» был построен первый в России завод по производству СПГ. Поставки российского СПГ зарубежным потребителям начались в 2009 году. Роялти (выплаты твердо установленных сумм (фиксированные роялти) согласно условиям и положениям лицензионного соглашения) и доля РФ в прибыльной продукции будут направлены на газоснабжение Дальнего Востока.

«Сахалин – 3». В 2009 г. Правительством РФ принято решение о передаче «Газпрому» лицензий на Киринский, Восточно-Одоптинский и Аяшский блоки проекта. На Киринском месторождении (лицензия получена в 2008 г.) ведутся геологоразведочные работы.

Начало добычи запланировано на 2014 год. Ресурсы месторождения станут одним из источников газа для газотранспортной системы Сахалин – Хабаровск – Владивосток.

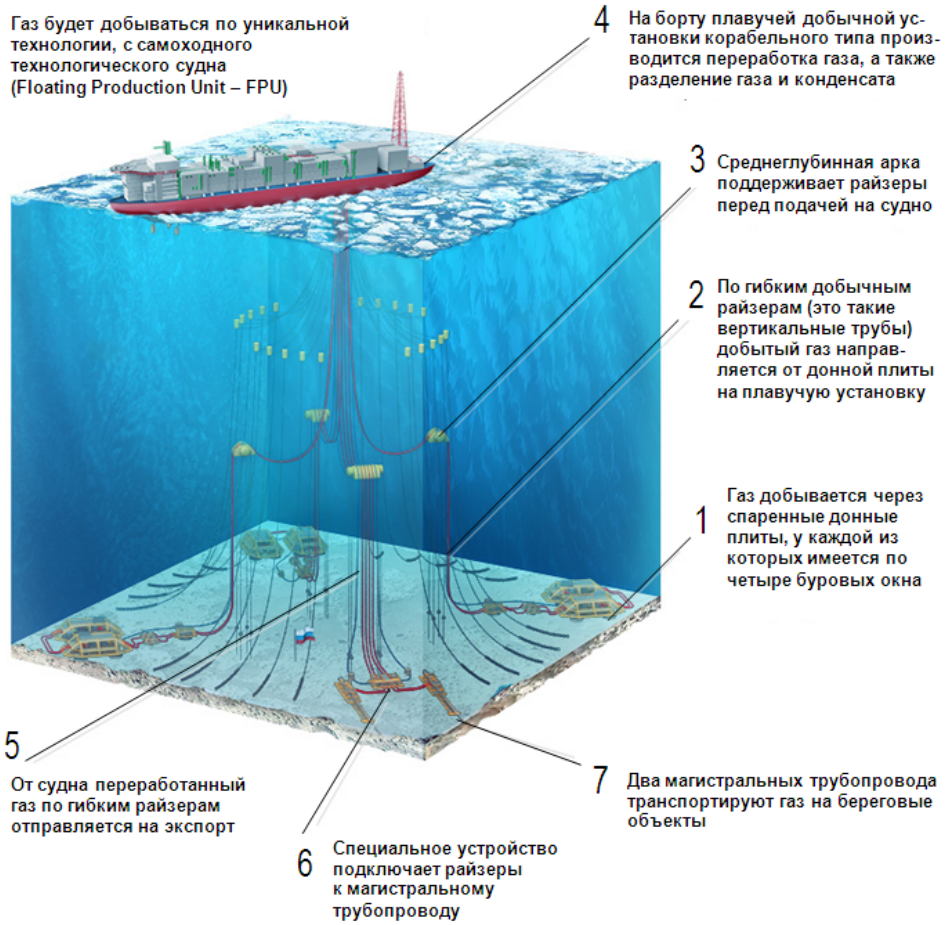
3. **Штокмановский проект**

Проект освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения (ГКМ) (рис. 4.16) имеет для «Газпрома» стратегическое значение. Реализация проекта будет отправной точкой для формирования на Арктическом шельфе России нового газодобывающего региона.

Штокмановское месторождение (рис. 4.25) станет ресурсной базой для увеличения поставок российского газа, как трубопроводного, так и полученного с использованием СПГ-технологий (СПГ – сжиженный природный газ), на российский и международный рынки. Штокмановское газоконденсатное месторождение открыто в 1988 году. Оно расположено в центральной части шельфа российского сектора Баренцева моря, примерно в 600 км на северо-востоке от Мурманска. Глубина моря в этом районе колеблется от 320 до 340 метров. Запасы месторождения по категории С1 составляют 3,9 трлн м^3 газа и 56 млн т газового конденсата.

Для транспортировки газа в Единую систему газоснабжения России предполагается строительство газопровода Мурманск – Волхов. Сжиженный газ будет отгружаться в танкеры-газовозы и доставляться к потребителям морским путем. Проект характеризуется возможностью диверсификации поставок – параллельное ведение поставок трубопроводного природного газа в Европу и сжиженного природного газа в Европу и Северную Америку с варьированием направлений в зависимости от рыночных условий.

Отсутствие транзитных стран на пути трубопроводного газа от Штокмановского месторождения по морскому газопроводу «Северный поток» в Западную Европу, сравнительно небольшие расстояния от сырьевой базы до рынков сбыта СПГ и низкие температуры в регионе, позволяющие снизить энергозатраты на сжижение газа, обеспечивают высокую конкурентоспособность проекта.



На технологическом судне будут располагаться оборудование подготовки, компрессоры, жилые помещения, электростанция и прочее оборудование, необходимое для добычи газа. Газ с технологического судна на береговой завод по производству сжиженного газа будет подаваться по двухниточному трубопроводу диаметром около 92 см и длиной 550 километров.

Технологическое судно, которое планируется построить для реализации первой фазы Штокмановского проекта, станет одним из крупнейших в мире.

ПДК (подводно-добычной комплекс) будет включать фонтанные арматуры, которые перемычкой соединяются с подводными темплетами, на которые поступает газ из четырех подводных скважин (максимальное количество). Планируется установить шесть подводных темплетов с четырьмя слотами.

Шлангокабели, 40-сантиметровые внутрипромысловые трубопроводы и райзеры диаметром 35,5 см будут объединять подводное добычное оборудование и технологическое судно. Предполагается до 30 подводных соединений.

Рис. 4.25. Схема добычи газа
на Штокмановском газоконденсатном месторождении

21 февраля 2008 г. «Газпром», «Total» и «StatoilHydro» подписали Соглашение акционеров о создании Компании специального назначения «Shtokman Development AG» («Штокман Девелопмент АГ») для реализации первой фазы проекта. В капитале компании «Газпрому» принадлежит 51 %, «Total» – 25 %, «Statoil» – 24 %. Лицензию на месторождение и все права на маркетинг продукции ОАО «Газпром» сохраняет за собой.

Таким образом, в рамках первой фазы освоения Штокмановского месторождения отрабатывается инновационная модель привлечения крупнейших международных нефтегазовых компаний к освоению российских недр, отвечающая национальным интересам России, которая может быть использована при освоении других шельфовых проектов.

Освоение Штокмановского месторождения будет иметь значительный социально-экономический эффект. Российские компании получат крупные заказы на изготовление оборудования и на оказание сервисных услуг, будет развиваться инфраструктура в районе размещения портового комплекса, баз бурения и строительства. Отечественной промышленности будет дан стимул для инновационного развития за счет организации выпуска новых видов продукции для газовой промышленности.

Запуск трубопроводной части планируется в 2016 г., а технологической цепочки СПГ – в 2017 году. Реализация проекта будет способствовать росту занятости населения в Мурманской области, увеличению налоговых и иных поступлений в местный бюджет, реализации социальных программ в регионе.

Проект комплексного освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения в Баренцевом море является в первую очередь российским проектом с привлечением международного опыта и инвестиций. Участие российской промышленности – непременное и необходимое условие его успешной реализации.

Российское участие в Штокмановском проекте – это работа российских проектных институтов, промышленных предприятий и подрядчиков, использование российских материалов, оборудования и комплектующих, привлечение российских кадровых ресурсов.

4. **Международное сотрудничество**

Планируется продолжить международное сотрудничество по освоению газовых месторождений со следующими странами: Алжиром, Боливией, Венесуэлой, Вьетнамом, Индией, Казахстаном, Кыргызстаном, Ливией, Узбекистаном.

Завершить строительство следующих газопроводов: «Алтай», Бованенково – Ухта и Ухта – Торжок, «Голубой поток», Грязовец – Выборг, Джубга – Лазаревское – Сочи, Дзуарикау – Цхинвал, Касимовское ПХГ – КС «Воскресенск», Минск – Вильнюс – Каунас – Калининград, Мурманск – Волхов, Починки – Грязовец, Прикаспийский газопровод, расширение Уренгойского газотранспортного узла, Сахалин – Хабаровск – Владивосток, «Северный поток», «Средняя Азия – Центр», «СРТО – Торжок», «Южный поток», «Ямал – Европа».

Контрольные вопросы

1. *Какие отрасли экономики РФ входят в состав ТЭК?*
2. *Какая компания в РФ является монополистом в добыче газа?*
3. *Какие характеристики газа отличают его как лучший вид топлива?*
4. *Что такое турбинный способ бурения скважин?*
5. *Какие требования предъявляются к специальному буровому раствору?*
6. *Какой регион РФ является наиболее подходящим для добычи газа из угольных пластов и каковы прогнозные ресурсы метана в этом регионе?*
7. *Как проводится предварительная дегазация шахт?*
8. *Как получают СПГ из природного газа?*
9. *Что нужно сделать с природным газом, поступающим из скважин, чтобы подготовить его к транспортировке?*
10. *Перечислите основные характеристики ЕСГ РФ.*
11. *Для чего нужны ПХГ?*
12. *Какое значение для РФ имеет газопровод «Алтай»?*
13. *Какое значение для РФ имеет газопровод «Голубой поток»?*
14. *Какое значение для РФ имеет газопровод Грязовец – Выборг?*
15. *Какое значение для РФ имеет газопровод «Северный поток»?*
16. *Какое значение для РФ имеет газопровод «Южный поток»?*
17. *Сформулируйте экономические проблемы газовой промышленности РФ.*
18. *Сформулируйте экологические проблемы газовой промышленности РФ.*
19. *Каковы перспективы развития газовой отрасли РФ?*
20. *Что такое газовый мегапроект «Ямал»?*
21. *Что такое Восточная газовая программа?*
22. *Что такое Штокмановский проект?*
23. *Что включает в себя Восточная газовая программа?*
24. *Каковы основные элементы международного сотрудничества ОАО Газпром»?*

4.2. НЕФТЯНАЯ ОТРАСЛЬ РОССИИ

4.2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Нефтедобывающая отрасль – отрасль тяжелой индустрии, включающая разведку нефтяных и нефтегазовых месторождений, бурение скважин, добычу нефти и попутного газа, трубопроводный транспорт нефти. По разведанным запасам нефти Россия занимает второе место в мире вслед за Саудовской Аравией, на территории которой сосредоточена треть мировых запасов.

Доказанные мировые запасы нефти составляют около 200 млрд т (табл. 4.3). Наибольшая часть мировых запасов – около 64 % – приходится на Ближний и Средний Восток. Второе место занимает Америка, на долю которой приходится около 15 %.

Самые богатые нефтью страны – Саудовская Аравия (18,5 % от доказанных мировых запасов), Иран (9,7 %), Ирак (7,7 %), Венесуэла (7,7 %), Кувейт (7,2 %), ОАЭ (6,7 %) – являются членами ОПЕК, на долю которого приходится около 78 % от мировых запасов. Доказанные запасы стран СНГ, включая Россию, составляют около 10,8 % от мировых, США – 1,5 %, Норвегии – около 0,5 %.

Однако стоит помнить, что приведенные цифры касаются только доказанных запасов нефти и не включают прогнозные и предполагаемые данные об их величине. Кроме того, с развитием технологий нефтеразведки и нефтедобычи геологоразведочные работы позволяют дать все более точную оценку даже самых труднодоступных залежей нефти и таким образом величина запасов постоянно корректируется.

В 2010 году в России было добыто 508,6 млн т нефти (рис. 4.26).

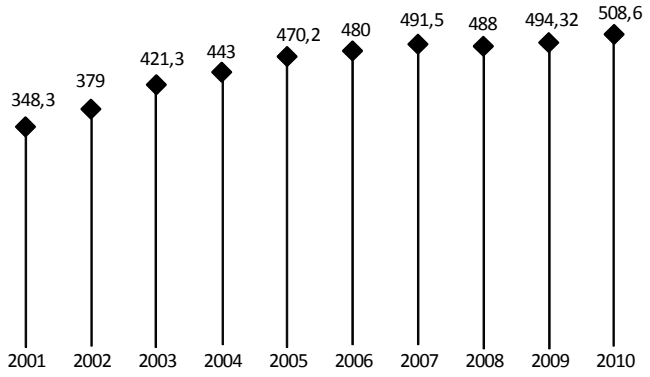


Рис. 4.26. Динамика добычи нефти в России в 2001-2010 гг., млн т

Таблица 4.3

Запасы нефти мира (данные по 01.03.2009)

Страна	Запасы, млрд т	Страна	Запасы, млрд т	Страна	Запасы, млрд т
Саудовская Аравия	36	Оман	0,75	Албания	0,1
Канада	28	Индия	0,73	Узбекистан	0,09
Иран	19	Малайзия	0,6	Туркмения	0,09
Ирак	15	Эквадор	0,6	Румыния	0,09
Венесуэла	15	Индонезия	0,6	Таиланд	0,08
Кувейт	14	Египет	0,5	Перу	0,07
ОАЭ	13	Великобритания	0,5	Восточный Тимор	0,07
Россия	13	Вьетнам	0,4	Боливия	0,063
Казахстан	6,5	Йемен	0,4	Италия	0,055
Ливия	5	Аргентина	0,4	Тунис	0,054
Нигерия	4,9	Австралия	0,3	Германия	0,05
США	3	Сирия	0,3	Турция	0,041
Катар	2,5	Габон	0,3	Пакистан	0,04
Китай	2,5	Конго	0,25	Белоруссия	0,027
Бразилия	1,7	Чад	0,2	Камерун	0,027
Алжир	1,6	Бруней	0,2	Мьянма	0,026
Мексика	1,6	Колумбия	0,2	ДР Конго	0,025
Ангола	1,2	Украина	0,2	Мавритания	0,02
Азербайджан	1,2	Экваториальная Гвинея	0,17	Чили	0,02
Норвегия	1	Дания	0,17	Испания	0,02
Судан	0,8	Тринидад и Тобаго	0,1	ИТОГО:	195,43

Для стабилизации цен нефть в мире создана международная межправительственная организация стран-экспортеров нефти, сокращенно ОПЕК (англ. *The Organization of the Petroleum Exporting Countries*). В состав ОПЕК входят 12 стран: Иран, Ирак, Кувейт, Саудовская Аравия, Венесуэла, Катар, Ливия, Объединенные Арабские Эмираты, Алжир, Нигерия, Эквадор и Ангола. Штаб-квартира расположена в г. Вене.

Целью ОПЕК является координация деятельности и выработка общей политики в отношении добычи нефти среди стран участников организации, поддержания стабильных цен на нефть, обеспечения стабильных поставок нефти потребителям, получения отдачи от инвестиций в нефтяную отрасль.

Министры энергетики и нефти государств-членов ОПЕК дважды в год проводят встречи для оценки международного рынка нефти и прогноза его развития на будущее. На этих встречах принимаются решения о действиях, которые необходимо предпринять для стабилизации рынка. Решения об изменениях объёма добычи нефти в соответствии с изменением спроса на рынке принимаются на конференциях ОПЕК.

Страны – члены ОПЕК – контролируют около 2/3 мировых запасов нефти. На их долю приходится 41 % от всемирной добычи или половина мирового экспорта нефти (рис. 4.27). В 2008 г. Россия заявила о готовности стать постоянным наблюдателем в ОПЕК.

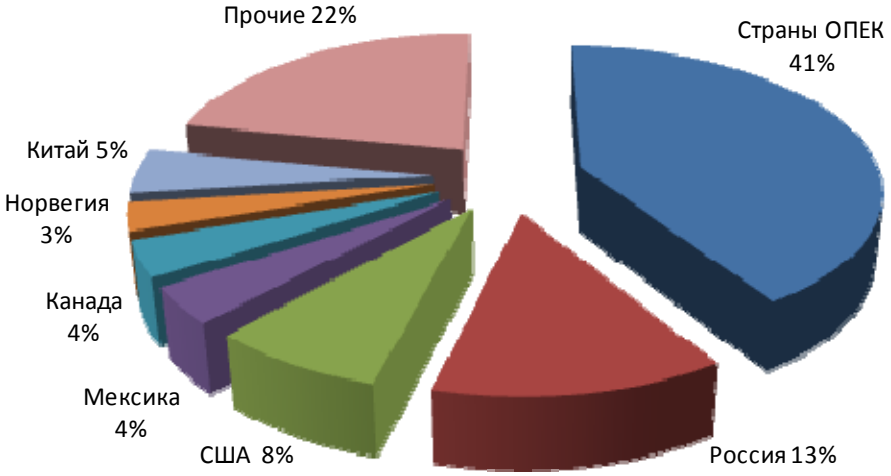


Рис. 4.27. Распределение добычи нефти по странам мира (2009 г.)

Сырьевую базу нефтегазового комплекса России на современном этапе ее геологического изучения и промышленного освоения составляют 2734 нефтяных, нефтегазовых, газовых и газоконденсатных месторождения, которые открыты в недрах и на континентальном шельфе РФ.

На долю России приходится 13-15 % мировых текущих запасов нефти и газового конденсата.

Нефть и нефтепродукты обеспечивают около трети топливно-энергетических потребностей РФ и являются одним из главных источников валютных поступлений, поэтому состояние нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей в значительной мере определяет состояние экономики России в целом.

Нефтедобывающая отрасль оказалась одной из наиболее дезинтегрированных отраслей народного хозяйства, распавшейся в период приватизации госсобственности на ряд самостоятельных компаний (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Крупнейшие нефтяные компании России (данные на 01.06.2011)

Наименование	Добыча в 2010 г., млн т	Руководство	Место штаб-квартиры
ОАО НК «Роснефть»	115,8	Президент компании Эдуард Худайнатов	г. Москва
ОАО НК «Лукойл»	96	Президент компании Вагит Аликперов	г. Москва
ОАО «ТНК-ВР Холдинг»	79,5	Исполн. директор Герман Хан	г. Москва
ОАО «Сургутнефтегаз»	64,6	Генеральный директор Владимир Богданов	г. Сургут
ОАО НК «Газпромнефть»	52,8	Генеральный директор Александр Дюков	г. Санкт-Петербург
ОАО «Газпром»	32	Председатель правления Алексей Миллер	г. Москва
ОАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина	25,9	Генеральный директор Шафагат Тахаутдинов	г. Альметьевск, Татарстан
ОАО НГК «Славнефть»	18,4	Президент компании Юрий Суханов	г. Москва
ОАО АНК «Башнефть»	14,1	Президент компании Александр Корсик	г. Уфа
ОАО НГК «Русс-Нефть»	13	Президент компании Михаил Гуцериев	г. Москва
«Эксон Нефтегаз Лимитед»	9,6	Президент компании Джим Тейлор	г. Южно-Сахалинск
Компания «Шелл Салым Девелопмент Б.В.»	6,3	Генеральный директор Саймон Дюркин	г. Москва
ОАО «Новатэк»	3,6	Генеральный директор Леонид Михельсон	г. Тарко-Сале (Ям.-Нен. АО)

4.2.2. НЕФТЬ: ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Общие сведения

Нефть – это природная горючая маслянистая жидкость, которая состоит из смеси углеводородов самого разнообразного строения. Молекулы углеводородов представляют собой и короткие цепи атомов углерода, и длинные, и нормальные, и разветвленные, и замкнутые в кольца. Кроме углеводородов нефть содержит небольшие количества кислородных и сернистых соединений и совсем немного азотистых. Нефть и горючий газ встречается в земных недрах как вместе, так и раздельно.

Нефть и горючий газ накапливаются в пористых породах, называемых коллекторами. Хорошим коллектором является пласт песчаника, заключенный среди непроницаемых пород, таких как глины или глинистые сланцы, препятствующие утечке нефти и газа из природных резервуаров. Наиболее благоприятные условия для образования месторождений нефти и газа возникают в тех случаях, когда пласт песчаника изогнут в складку, обращенную сводом кверху. При этом верхняя часть такого купола бывает заполнена газом, ниже располагается нефть, а еще ниже – вода.

Нефть обнаруживается вместе с газообразными углеводородами на глубинах от десятков метров до 5-6 км. Максимальное число залежей нефти располагается на глубине 1-3 км. На малых глубинах и при естественных выходах на земную поверхность нефть преобразуется в густую мальту, полутвёрдый асфальт и др. образования, например, битуминозные пески и битумы. По химическому составу и происхождению нефть близка к естественным горючим газам, озокериту, а также асфальту. Эти ископаемые объединяют под общим названием петролитов.

Происхождение

О том, как образовались месторождения нефти и горючего газа, ученые много спорят. Одни геологи – сторонники гипотезы неорганического происхождения – утверждают, что нефтяные и газовые месторождения образовались вследствие просачивания из глубин Земли углерода и водорода, их объединения в форме углеводородов и накопления в породах – коллекторах. Если это верно, то это означает практическую неисчерпаемость запасов нефти.

Другие геологи, их большинство, полагают, что нефть, подобно углю, возникла из органической массы, погребенной на глубину под морские осадки, где из нее выделялись горючие жидкость и газ. Это органическая гипотеза происхождения нефти и горючего газа.

Обе эти гипотезы объясняют часть фактов, но оставляют без ответа другую их часть. Полная разработка теории образования нефти и горючего газа еще ждет своих будущих исследователей.

Свойства

Нефть – жидкость от светло-коричневого (почти бесцветная) до темно-бурого (почти черного) цвета (хотя бывают образцы даже изумрудно-зеленой нефти).

Средняя молекулярная масса 220-300 г/моль (редко 450-470). Плотность 0,65-1,05 (обычно 0,82-0,95) г/см^3; нефть, плотность которой ниже 0,83, называется легкой, 0,831-0,860 – средней, выше 0,86 – тяжелой.

Нефть – легковоспламеняющаяся жидкость; температура вспышки от −35 до +121 °С (зависит от фракционного состава и содержания в ней растворенных газов). Нефть растворима в органических растворителях, в обычных условиях не растворима в воде, но может образовывать с ней стойкие эмульсии. Всего в нефти обнаружено более 50 элементов. В технологии для отделения от нефти воды и растворенных в ней солей проводят обезвоживание и обессоливание.

Применение

Сырая нефть непосредственно почти не применяется. Для получения из нее технически ценных продуктов, главным образом моторных топлив, растворителей, сырья для химической промышленности, ее подвергают переработке. Нефть занимает ведущее место в мировом топливно-энергетическом балансе: доля ее в общем потреблении энергоресурсов составляет 48 %. В перспективе эта доля будет уменьшаться вследствие возрастания применения атомной и иных видов энергии, а также увеличения стоимости и уменьшения добычи.

Нефть уникальна именно комбинацией качеств: высокая плотность энергии (на 30 % выше, чем у самых качественных углей), нефть легко транспортировать (по сравнению с углем, например).

Истощение ресурсов нефти, рост цен на нее и др. причины вызвали интенсивный поиск заменителей жидких топлив.

4.2.3. СПОСОБЫ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Различают следующие способы извлечения нефти из пробуренных скважин (табл. 4.5):

– фонтанный;
– газлифтный;
– УЭЦН (установки электроцентробежных насосов);
– ШСН (штанговые скважинные насосы) и другие.

Таблица 4.5

Способы извлечения нефти из пробуренных скважин, применяемые в РФ

Способы добычи	Число скважин, %	Добыча нефти, %
1. Фонтанный	8,8	19,5
2. Газлифтный	4,3	11,6
3. УЭЦН	27,4	52,8
4. ШСН	59,4	16,1

1. **Фонтанный способ извлечения нефти из пробуренных скважин**. Возможно, у многих из нас отложились в памяти кадры из старых советских фильмов о первых добытчиках сибирской нефти: буровая установка, сверху бьет фонтан нефти, кругом бегают радостные люди и умываются первой нефтью. Нужно сказать, что с того времени много что изменилось. И если сейчас возле буровой вышки появится фонтан нефти, то возле нее будут бегать много людей, но они не будут радоваться, а больше будут озабочены тем, как предотвратить этот выброс. Найденная нефть находится под землей под таким давлением, что при прокладке к ней пути в виде скважины она устремляется на поверхность. Как правило, фонтанируют скважины только в начале

своего жизненного цикла, т.е. сразу после бурения. Через некоторое время давление в пласте снижается и фонтан иссякает. Несмотря на это, эксплуатация скважины продолжается, так как под землей остается более 80 % нефти.

Если скважина эксплуатируется фонтанным способом, то на поверхности устанавливают специальное оборудование – фонтанную арматуру. С помощью фонтанной арматуры можно регулировать добычу нефти – уменьшать или совсем остановить.

После того, когда скважина начнет давать совсем мало нефти (как определят специалисты), ее переведут на другой способ эксплуатации.

2. **Газлифтный способ извлечения нефти из пробуренных скважин** (рис. 4.28). После прекращения фонтанирования из-за нехватки пластовой энергии переходят на механизированный способ эксплуатации скважин, при котором вводят дополнительную энергию извне (с поверхности). Одним из таких способов, при котором вводят энергию в виде сжатого газа, является газлифт.

Газлифт (эрлифт) – система, состоящая из эксплуатационной (обсадной) колонны труб и опущенных в нее насосно-компрессорной трубы (НКТ), в которой подъем жидкости осуществляется с помощью сжатого газа (воздуха). Иногда эту систему называют газовый (воздушный) подъемник. Способ эксплуатации скважин при этом называется газлифтным.

По схеме подачи от вида источника рабочего агента – газа (воздуха) различают компрессорный и бескомпрессорный газлифт, а по схеме действия – непрерывный и периодический газлифт.

В затрубное пространство нагнетают газ высокого давления, в результате чего уровень жидкости в нем будет понижаться, а в НКТ – повышаться. Когда уровень жидкости понизится до нижнего конца НКТ, сжатый газ начнет поступать в НКТ и перемешиваться с жидкостью. В результате, плотность такой газожидкостной смеси становится ниже плотности жидкости, поступающей из пласта, а уровень в НКТ будет повышаться. Чем больше будет введено газа, тем меньше будет плотность смеси и тем на большую высоту она поднимется. При непрерывной подаче газа в скважину жидкость (смесь) поднимается до устья и изливается на поверхность, а из пласта постоянно поступает в скважину новая порция жидкости.

Дебит газлифтной скважины зависит от количества и давления нагнетания газа, глубины погружения НКТ в жидкость, их диаметра, вязкости жидкости и т.п.

Конструкции газлифтных подъемников определяются в зависимости от числа рядов насосно-компрессорных труб, спускаемых в скважину, и направления движения сжатого газа. По числу спускаемых рядов труб подъемники бывают одно- и двухрядными, а по направлению нагнетания газа – кольцевыми и центральными.

При однорядном подъемнике в скважину спускают один ряд НКТ. Сжатый газ нагнетается в кольцевое пространство между обсадной колонной и насосно-компрессорными трубами, а газожидкостная смесь поднимается по НКТ, или газ нагнетается по насосно-компрессорным трубам, а газожидкост-

ная смесь поднимается по кольцевому пространству. В первом случае имеем однорядный подъемник кольцевой системы, а во втором – однорядный подъемник центральной системы.

Газлифтный (компрессорный) способ эксплуатации скважин, в первую очередь, выгодно использовать на крупных месторождениях при наличии скважин с большими дебитами и высокими забойными давлениями после периода фонтанирования. Этот способ может быть применен в наклонно направленных скважинах и скважинах с большим содержанием мехпримесей в продукции, т.е. в условиях, когда за основу рациональной эксплуатации принимается межремонтный период (МРП) работы скважин.

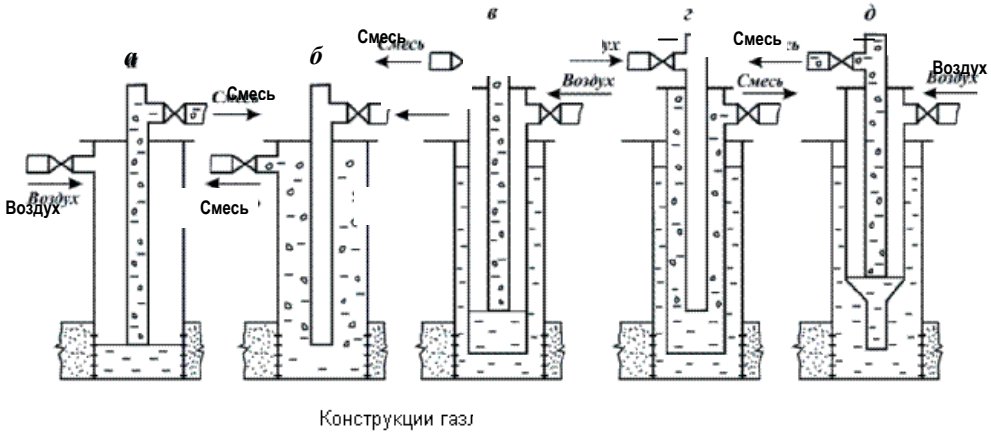


Рис. 4.28. Конструкции газлифтных подъемников

При наличии вблизи газовых месторождений (или скважин) с достаточными запасами и необходимым давлением используют бескомпрессорный газлифт для добычи нефти. Эта система может быть временной мерой – до окончания строительства компрессорной станции. В данном случае система газлифта остается практически одинаковой с компрессорным газлифтом и отличается только иным источником газа высокого давления.

Технико-экономический анализ, проведенный при выборе способа эксплуатации, может определить приоритет использования газлифта в различных регионах страны с учетом местных условий. Так, большой МРП работы газлифтных скважин, сравнительная простота ремонта и возможность автоматизации предопределили создание больших газлифтных комплексов на Самотлорском, Федоровском, Правдинском месторождениях в Западной Сибири. Это дало возможность снизить потребность в необходимых трудовых ресурсах региона и создать необходимые инфраструктуры (жилье и т.д.) для рационального их использования.

3. **Извлечение нефти из пробуренных скважин с помощью УЭЦН** (рис. 4.29). В общем случае эти установки носят название погружные электронасосы. В первом случае – это установки центробежных электронасосов (УЭЦН), во втором – установки погружных винтовых электронасосов (УЭВН).

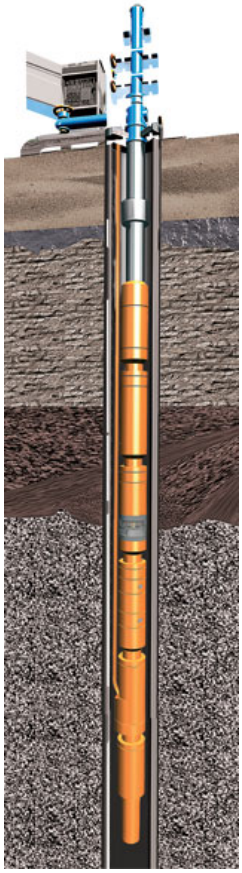


Рис. 4.29. Извлечения нефти из пробуренных скважин с помощью УЭЦН

Скважинные центробежные и винтовые насосы приводятся в действие погружными электродвигателями. Электроэнергия подводится к двигателю по специальному кабелю. Установки ЭЦН и ЭВН довольно просты в обслуживании, так как на поверхности имеется станция управления и трансформатор, не требующие постоянного ухода. При больших подачах УЭЦН имеют достаточный КПД, позволяющий конкурировать этим установкам со штанговыми установками и газлифтом. При этом способе эксплуатации борьба с отложениями парафина проводится достаточно эффективно с помощью автоматизированных проволочных скребков, а также путем нанесения покрытия на внутреннюю поверхность насосно-компрессорной трубы. Межремонтный период работы УЭЦН в скважинах достаточно высок и достигает 600 суток.

4. **Извлечение нефти из пробуренных скважин с помощью штангового скважинного насоса** (ШСН) (рис. 4.30). У обывателя при разговоре о нефтяном деле возникает образ двух станков – буровой вышки и станка-качалки. Изображения этих устройств часто можно видеть на эмблемах, плакатах, гербах нефтяных городов и так далее. Внешний вид станка-качалки известен всем.

Станок-качалка – один из элементов эксплуатации скважин штанговым насосом. По сути, станок-качалка является приводом штангового насоса, расположенного на дне скважины. Это устройство по принципу действия очень похоже на ручной насос велосипеда, преобразующий возвратно-поступательные движения в поток воздуха. Нефтяной насос преобразует возврат-

но-поступательные движения от станка-качалки в поток жидкости, которая по насосно-компрессорным трубам (НКТ) поступает на поверхность.

Рис. 4.30. Схема извлечения нефти из пробуренных скважин с помощью штангового скважинного насоса

4.2.4. ТРАНСПОРТИРОВКА НЕФТИ

Большинство нефтепромыслов находится далеко от мест переработки или сбыта нефти, поэтому быстрая и экономичная доставка «черного золота» жизненно важна для процветания отрасли.

Для транспортировки нефти используют следующие основные средства:

– нефтепроводы;

– танкеры;

– железнодорожный транспорт.

1. **Транспортировка нефти при помощи нефтепроводов**. Самым дешевым и экологически безопасным способом транспортировки нефти являются нефтепроводы. Нефть в них движется со скоростью до 3 м/сек под воздействием разницы в давлении, создаваемой насосными станциями. Их устанавливают с интервалом в 70-150 километров в зависимости от рельефа трассы. На расстоянии в 10-30 километров в трубопроводах размещают задвижки, позволяющие перекрыть отдельные участки при аварии. Внутренний диаметр труб, как правило, составляет от 100 до 1400 миллиметров. Трубы делают из высокопластичных сталей, способных выдержать температурные, механические и химические воздействия. Все большую популярность приобретают трубопроводы из армированного пластика. Они не подвержены коррозии и обладают практически неограниченным сроком эксплуатации.

Нефтепроводы бывают подземными и наземными. У обоих типов есть свои преимущества. Наземные нефтепроводы легче строить и эксплуатировать. В случае аварии значительно легче обнаружить и устранить повреждение на трубе, проведенной над землей. В то же время подземные нефтепроводы менее подвержены влиянию изменений погодных условий, что особенно важно для России, где разница зимних и летних температур в некоторых регионах не имеет аналогов в мире. Трубы можно проводить и по дну моря, но поскольку это сложно технически и требует больших затрат, большие пространства нефть пересекает при помощи танкеров, а подводные трубопроводы чаще используют для транспортировки нефти в пределах одного нефтедобывающего комплекса.

Идею использования трубопроводов для перекачки нефти и нефтепродуктов предложил великий русский ученый Д.И. Менделеев. Он обосновал принципы строительства и привел аргументы в пользу этого вида транспорта.

Различают три вида нефтепроводов: 1) промысловые, как понятно из названия, соединяют скважины с различными объектами на промыслах; 2) межпромысловые ведут от одного месторождения к другому, магистральному нефтепроводу или просто относительно удаленному промышленному объекту, находящемуся за пределами исходного нефтедобывающего комплекса; 3) магистральные нефтепроводы прокладывают для доставки нефти от месторождений до мест перевалки и потребления, к которым, в том числе относятся нефтебазы, нефтеналивные терминалы, нефтеперерабатывающие заводы.

Теоретические и практические основы строительства нефтепроводов разработал знаменитый инженер В.Г. Шухов, автор проекта телевизионной башни на Шаболовке. Под его руководством в 1879 году на Апшеронском полуострове создали первый в Российской империи промысловый нефтепровод для доставки нефти с Балаханского месторождения на нефтеперерабатывающие заводы г. Баку. Его длина составила 12 километров. А в 1907 г. также по проекту В.Г. Шухова построили первый магистральный нефтепровод длиной 813 км, соединивший города Баку и Батуми, который эксплуатируется и по сей день.

Сегодня общая протяженность магистральных нефтепроводов в нашей стране составляет около 50 ты. км (рис. 4.31, табл. 4.6).

Отдельные нефтепроводы часто объединяются в крупные системы. Наиболее протяженная из них – «Дружба», построенная в 1960-е годы для доставки нефти из Восточной Сибири в Восточную Европу (8 900 км). Маршрут нефтепровода проходит от Альметьевска через Самару, Брянск до Мозыря, затем разветвляется на два участка: северный (по территории Белоруссии, Польши, Германии, Латвии и Литвы) и южный (по территории Украины, Чехии, Словакии и Венгрии). В систему входит 8900 км трубопроводов (из них 3900 км на территории России), 46 насосных станций, 38 промежуточных насосных станций, резервуарные парки которых вмещают 1,5 млн м³ нефти. По нефтепроводу в страны дальнего зарубежья ежегодно экспортируется 66,5 млн т, в том числе по северной ветке — 49,8 млн тонн.

Рис. 4.31. Система нефтепроводов Российской Федерации

Таблица 4.6

Крупнейшие магистральные нефтепроводы РФ

Нефтепровод	Диаметр, мм	Длина, км	Год постройки
Туймазы – Омск – Новосибирск – Красноярск – Иркутск	720	3662	1959-1964
«Дружба» (первая нитка) «Дружба» (вторая нитка)	529-1020 529-720	5500 4500	1962-1964 1965
Усть – Балык – Омск	1020	964	1967
Узень – Гурьев – Самара	1020	1750	1972
Уса – Ухта – Ярославль – Москва	720	1853	1975
Усть-Балык – Курган – Уфа – Альметьевск	1220	2119	1973
Александровское – Анжеро-Судженск – Красноярск – Иркутск	1220	1766	1973
Самара – Тихорецк – Новороссийск	1220	1522	1979
Нижневартовск – Курган – Самара	1220	2150	1975
Сургут – Н. Новгород – Полоцк	1020	3250	1979-1981
Холмогоры – Клин	1220	2430	1985
Тенгиз – Новороссийск (КТК)	720	1580	2001

Поскольку применение трубопроводов экономически выгодно, а работают они в любую погоду и в любое время года, это средство транспортировки нефти действительно незаменимо – особенно для России, с ее огромными территориями и сезонными ограничениями на использование водного транспорта.

2. **Транспортировка нефти при помощи танкеров**. Основной объем международных перевозок нефти осуществляют танкеры. Малотоннажные танкеры используются для специальных целей, в том числе для перевозок битумов; танкеры общего назначения, обладающие дедвейтом (общим весом грузов, которые принимает судно) в 16 500-24 999 т, применяются для перевозки нефтепродуктов; среднетоннажные танкеры (25 000-44 999 т) – для доставки как нефтепродуктов, так и нефти. Крупнотоннажными считаются танкеры дедвейтом более 45 000 т, и на них приходится основная нагрузка по транспортировке нефти морским путем. Для транспортировки нефти по речным артериям используют баржи дедвейтом 2 000-5 000 тонн.

Первый в мире танкер, «наливной пароход» под именем «Зороастр», был построен в 1877 году по заказу «Товарищества братьев Нобель» на верфях шведского города Мотала. Пароход грузоподъемностью 15 тыс. пудов (около 250 т) использовался для доставки керосина наливом из Баку в Царицын (ныне Волгоград) и Астрахань.

Современные танкеры – это гигантские суда (рис. 4.32). Их размеры объясняются экономическим эффектом масштаба.

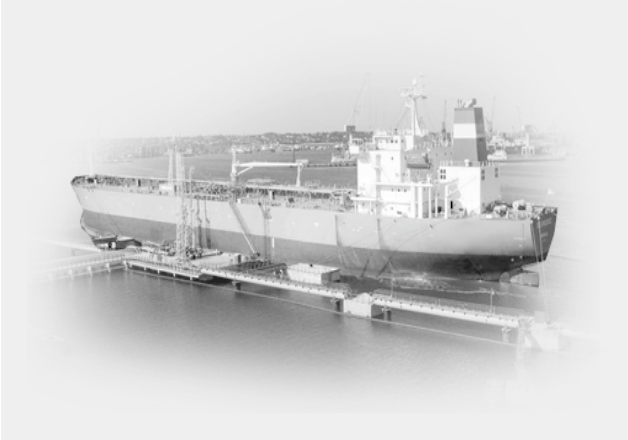


Рис. 4.32. Современный танкер

Стоимость перевозки одного барреля нефти на морских судах обратно пропорциональна их размерам. Кроме того, число членов экипажа большого и среднего танкера примерно одинаково. Поэтому корабли-гиганты значительно сокращают расходы компаний на транспортировку.

Однако не все морские порты в состоянии принять у себя супертанкер. Для таких гигантов нужны глубоководные порты. Так, например, большинство российских портов из-за ограничений по фарватеру не способны принимать танкеры с дедвейтом более 130 тыс. тонн.

Рис. 4.33. Схема танкера

Грузовые помещения танкера разделены несколькими поперечными и одной-тремя продольными переборками на резервуары – танки (рис. 4.33).

Некоторые из них служат только для приема водного балласта. Доступ к танкам можно получить с палубы – через горловины небольшого размера с плотными крышками.

Для снижения риска утечки нефти и нефтепродуктов в результате аварий в 2003 г. Международная морская организация одобрила предложения Евросоюза об ускорении вывода из эксплуатации однокорпусных нефтяных танкеров. С апреля 2008 г. запрещены перевозки всех тяжелых видов топлива на судах, не оборудованных двойным корпусом. Нефть и нефтепродукты загружают в танкеры с берега, а разгрузку ведут при помощи корабельных насосов и трубопроводов, проложенных в танках и вдоль палубы. Однако супертанкеры дедвейтом более 250 тыс. т, как правило, просто не могут зайти в порт, будучи полностью загруженными. Их заполняют с морских платформ и разгружают, перекачивая жидкое содержимое на танкеры меньшего размера.

Сегодня моря и океаны мира бороздят более 4000 танкеров. Большинство из них принадлежат независимым судоходным компаниям. Нефтяные

корпорации заключают с ними договоры фрахтования, получая право на использование судна.

3. **Транспортировка нефти железнодорожным транспортом** (рис. 4.34).

Рис. 4.34. Железнодорожная цистерна для перевозки нефти

Еще один вид транспортировки нефти – по железной дороге. Это быстрый всесезонный способ. В нашей стране его используют, чтобы доставить нефть из Западной Сибири на Дальний Восток, Южный Урал и в страны Центральной Азии. Из Урала нефть везут на Запад, на Северный Кавказ и в г. Новороссийск. Однако для доставки «черного золота» по железной дороге требуется в 10 раз больше трудозатрат, чем для ее транспортировки по нефтепроводам, поэтому даже в странах с разветвленной железнодорожной сетью этот способ перевозки нефти является второстепенным.

4.2.5. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ

Экономическими проблемами нефтяной отрасли являются:

1. **Падение показателей темпов роста добычи нефти**

Планы по наращиванию объемов добычи нефти обусловлены рядом факторов, в том числе таких, как стремление нефтяных компаний воспользоваться благоприятной ценовой ситуацией на мировых нефтяных рынках и получить быструю прибыль, выход российских нефтяных компаний на новые рынки, заинтересованность государства в получении дополнительных поступлений в государственный бюджет и других.

Насколько реальны такие планы и целесообразны такие объемы? По данным Минпромэнерго России, наблюдается определенное падение темпов роста добычи нефти до 2 % в год.

2. **Исчерпание сырьевой базы**

Анализ современного состояния воспроизводства и использования минерально-сырьевой базы России вызывает серьезную озабоченность. Пока основной нефтяной базой страны остается Западная Сибирь.

В условиях отсутствия внимания, контроля и поддержки со стороны государства растет лишь фонд разведанных мелких месторождений. Даже в важнейшем для страны Ханты-Мансийском автономном округе более 86 % запасов сосредоточено именно в мелких месторождениях. В Волго-Ураль-

ском регионе и на Северном Кавказе добыча нефти будет падать, что обусловлено исчерпанием сырьевой базы.

3. **Низкие показатели инновационной деятельности**

Созданные отечественной наукой и практикой новейшие технологии и технические средства разведки и разработки месторождений не получают широкого применения. Россия заметно отстает от зарубежных нефтедобывающих государств по всем основным показателям инновационной деятельности. Так, инвестиции в основной капитал на одну тонну добытой нефти в ведущих российских компаниях ТЭК в два раза меньше, чем в зарубежных. Напрашивается единственно верный вывод – следует больше внимания уделять инновационным процессам, новым технологиям в продлении жизненного цикла месторождений, находящихся на поздней стадии разработки.

В настоящее время по научному потенциалу Россия занимает в мире шестое место, а по эффективности применения научных разработок – 98-е. Все цивилизованные страны тратят 2-4 % ВВП на науку, мы – 1,2%*.

4. **Нерациональная выборочная выемка запасов нефти**

Для поддержания плановых объемов добычи нефти продолжается нерациональная выборочная выемка запасов, лучших по качеству или условиям освоения, ведущая к преждевременному списанию остающихся запасов и снижению их извлечения из недр. По данным Российской академии наук, за последние годы добывающими компаниями без достаточных на то оснований снято с государственного баланса более 5 млрд т разведанных запасов нефти. В мире по пальцам можно пересчитать страны, которые имеют такой объем запасов. Наши отечественные компании извлекают лишь 30-35 %, а то и меньше, разведанных запасов нефти. В мире этот показатель значительно выше – 50 % и более, главным образом – за счет малого бизнеса. У нас в этом большая проблема из-за отсутствия цивилизованной встроенности в экономическую систему нефтяной и газовой промышленности малого и среднего бизнеса.

Прибавим сюда проблемы сокращения прироста запасов нефти и газа, большое износостарение основных фондов, выход из эксплуатации мощностей, острый дефицит инвестиций, снижение коэффициента нефтеизвлечения и ряд других.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ

Кроме экономических, следует учитывать экологические проблемы, основными из которых являются:

1. **Загрязнение атмосферы**

Запах нефтепродуктов в виде паров бензина, а также продуктов его неполного сгорания известен каждому. Острые случаи отравления парами нефтепродуктов достаточно редки. Хроническое их воздействие не относится к факторам, улучшающим здоровье. И хотя оно, как правило, не дает острых и

* Российская газета. URL: www.rg.ru. 16.03.2011.

очевидных эффектов, местное население, вынужденное вдыхать в себя эти «ароматы», достаточно активно протестует. Часто бывают очень загрязнены окрестности нефтеперегонных заводов, нефтехранилищ, нефтебаз, бензоколонок, автохозяйств, крупных автостоянок.

Взаимодействие летучих углеводородов, входящих в состав нефти и нефтепродуктов, окислов азота и ультрафиолетового излучения приводит к образованию смога. В таких случаях количество серьезно пострадавших может составлять тысячи человек.

2. **Загрязнение вод**

Общеизвестными случаями печальных последствий воздействия нефти и нефтепродуктов на окружающую природную среду является загрязнение вод, из которых самым тяжелым является загрязнение толстым слоем в местах разливов нефти. Это может произойти при авариях танкеров и разрывов на трубопроводах. Жуткие картины гибнущих в нефти животных и птиц многократно демонстрировались в средствах массовой информации.

В некоторых случаях слой нефтепродуктов на водной поверхности может оказаться огнеопасным. Известны случаи загорания прудов отстойников на нефтеперерабатывающих заводах. Нефть и нефтепродукты способны растекаться по поверхности воды тонким слоем, покрывая огромные поверхности. Все видели радужные пленки нефти на поверхности дождевых потоков, стекающих с поверхности автодорог. Такие пленки резко затрудняют поступление кислорода из атмосферы и понижают его содержание в воде. Кроме того, нефтепродукты в воде оказывают прямое токсическое действие на рыбу, резко ухудшают ее вкусовые качества.

3. **Загрязнение грунтов**

В отличие от воды на поверхности почвы нефть, как правило, не образует больших растеканий. Определенную опасность представляет вариант загорания пропитанных нефтью и нефтепродуктами грунтов.

Основные же экологические проблемы при попадании нефти на землю связаны с грунтовыми водами. После просачивания до их поверхности, нефть и нефтепродукты начинают образовывать плавающие на воде «линзы». Эти «линзы» могут мигрировать, вызывая загрязнение водозаборов, поверхностных вод. Одним из наиболее крупных примеров такого рода является ситуация в окрестностях г. Грозного в Чечне, под которым на глубине несколько метров образовалась огромная «линза» нефти и нефтепродуктов. Такие ситуации наблюдаются в окрестностях ряда нефтеперерабатывающих заводов, нефтебаз, военных аэродромов.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ

Перспективные уровни добычи нефти в России определяются в основном следующими факторами: спросом на жидкое топливо и уровнем мировых цен на него, развитостью транспортной инфраструктуры, налоговыми условиями и научно-техническими достижениями в разведке и разработке месторождений, а также качеством разведанной сырьевой базы. Перспективные объемы добычи нефти в России – до 520 млн т к 2020 году.

Месторождения

1. Юрубчено-Тохомское месторождение (ОАО «Роснефть»)

Юрубчено-Тохомское месторождение получило в 2009 г. новую жизнь. Нефтяники надеются, что через несколько лет оно будет известно не менее чем Ванкор. Ведь сейчас об этой местности знают, лишь благодаря Тунгусскому метеориту, который упал в этом же районе. В августе на Юрубчене пробурили две новые скважины и доказали, что «черного золота» здесь хватит на много лет вперед, хотя добыть его не так-то просто. «Роснефть» собирается извлекать из эвенкийских недр ежегодно до 10 млн тонн.

Компания уже получила положительное заключение госэкспертизы на строительство 600-километрового нефтепровода, который в будущем позволит транспортировать эвенкийскую нефть в Азию. Уже сегодня Юрубчено-Тохомское месторождение после Ванкора самое крупное в регионе.

Добываемая на этом месторождении нефть совместно с уже освоенными месторождениями Восточной Сибири – Верхнечонское («Роснефть» совместно с «ТНК-ВР»), Ванкорское («Роснефть») – обеспечивает заполнение магистрального трубопровода Восточная Сибирь – Тихий океан, который позволяет России диверсифицировать направления поставки нефти и существенно расширить свое присутствие на рынках стран азиатско-тихоокеанского региона (АТР).

2. Шельф Черного моря («Роснефть»), где первая разведочная скважина может быть пробурена уже в 2011 году.

3. «Сахалин – 3» и «Сахалин – 5» («Роснефть» на основе акционерных операционных соглашений с зарубежными партнерами).

4. Имилорское нефтяное месторождение* – гигантское стратегическое месторождение – («Газпромнефть») в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО) с извлекаемыми запасами почти 200 млн тонн.

5. Новопортовское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Ямало-Ненецком автономном округе. Извлекаемые запасы нефти – около 238 млн т, конденсата – около 13 млн тонн.

6. Ванкорское месторождение – перспективное нефтегазовое месторождение в Красноярском крае России вместе с Лодочным, Тагульским и Сузунским месторождениями входит в Ванкорский блок. Расположено на севере края, включает в себя Ванкорский (Туруханский район Красноярского края) и Северо-Ванкорский (расположен на территории Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа) участки. Собственник – ОАО «Роснефть».

Извлекаемые запасы нефти – 524 млн тонн. Проектная мощность – 14 млн т нефти в год – ожидается к 2012 году. Нефть будет поступать в нефтепровод ВСТО для экспорта в АТР.

Нефтепроводы

1. Проект «Балтийская трубопроводная система» (рис. 4.35).

---

* ОАО «Газпромнефть» приобрело лицензию на освоение месторождения в июне 2011 года.

26 ноября 2008 г. Председателем Правительства РФ Владимиром Путиным было подписано распоряжение № 1754-р о проектировании и строительстве в два этапа «Балтийской трубопроводной системы – 2» по маршруту г. Унеча (Брянская область) – г. Усть-Луга (Ленинградская область) пропускной способностью до 50 млн т нефти в год, включая: первый этап – строительство первого пускового комплекса пропускной способностью до 30 млн т нефти в год с началом транспортировки нефти в III квартале 2012 г.; второй этап – строительство второго пускового комплекса с доведением пропускной способности до 50 млн т нефти в год.

Первая очередь Балтийской трубопроводной системы (БТС), спроектированная и построенная отечественными специалистами, была успешно введена в эксплуатацию в декабре 2001 года. Это позволило создать новое независимое российское экспортное направление по транспортировке нефти через новый, также построенный «Транснефтью», специализированный морской порт Приморск производительностью 12 млн т нефти в год. Впоследствии мощность БТС в короткие сроки последовательно наращивалась – до 18, а затем до 30, 42, 62 млн тонн. К концу 2006 г. Приморск уже был способен переливать в танкеры около 75 млн т нефти.

В настоящее время Приморск – крупнейший в России порт по отгрузке нефти на экспорт. В ближайшей перспективе его мощность может быть увеличена до 120 млн тонн. При этом Приморск, по оценкам независимых международных экспертов, самый чистый и экологически безопасный в мире нефтепорт. Здесь действует высокоэффективная система экологической защиты, установлен исключительно жесткий контроль состояния балластных вод, сбрасываемых с танкеров.

БТС ориентирована на новое экспортное направление для транспортировки российских нефти Тимано-Печерского региона, Западной Сибири и Урало-Поволжья с вовлечением сырья из стран СНГ, что в полной мере отвечает задачам, поставленным Президентом и Правительством Российской Федерации, экономическим и стратегическим интересам России. Реализация проекта позволила переключить значительную часть отечественного экспорта углеводородного сырья на российские порты, что исключает зависимость российской внешней торговли от транзитных государств.

2. Нефтепровод «Восточная Сибирь – Тихий океан» (ВСТО) (рис. 4.36)

Восточный нефтепровод ВСТО – строящийся нефтепровод, который должен соединить нефтяные месторождения Западной и Восточной Сибири с нефтеналивным портом Козьмино в заливе Находка и нефтеперерабатывающим заводом под Находкой, что позволит России выйти на рынки США и стран Азиатско-Тихоокеанского региона. Планируемая общая протяженность трубопровода – 4188 километров. Оператор нефтепровода – государственная компания «Транснефть».

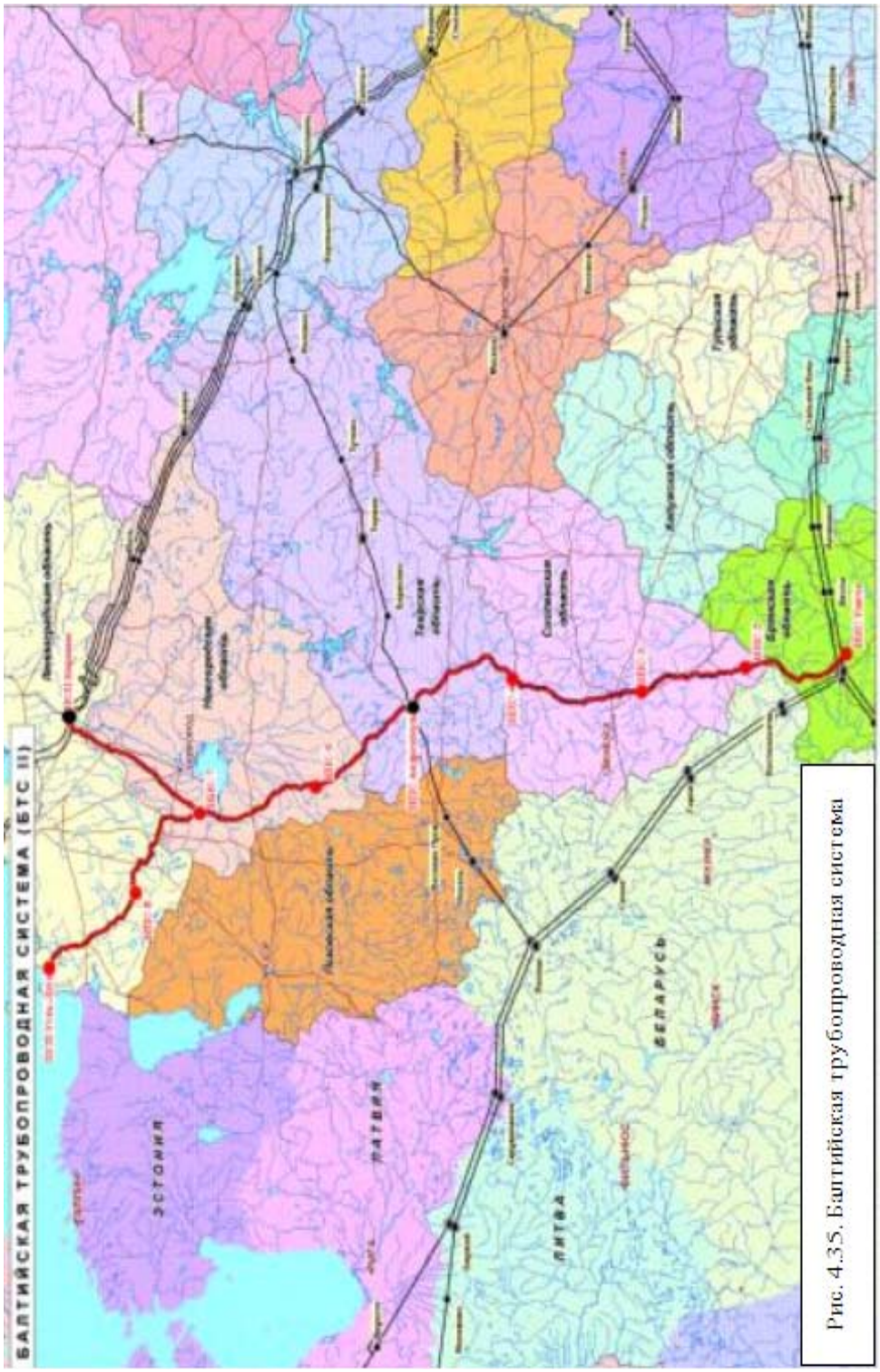


Рис. 4.35. Балтийская трубопроводная система

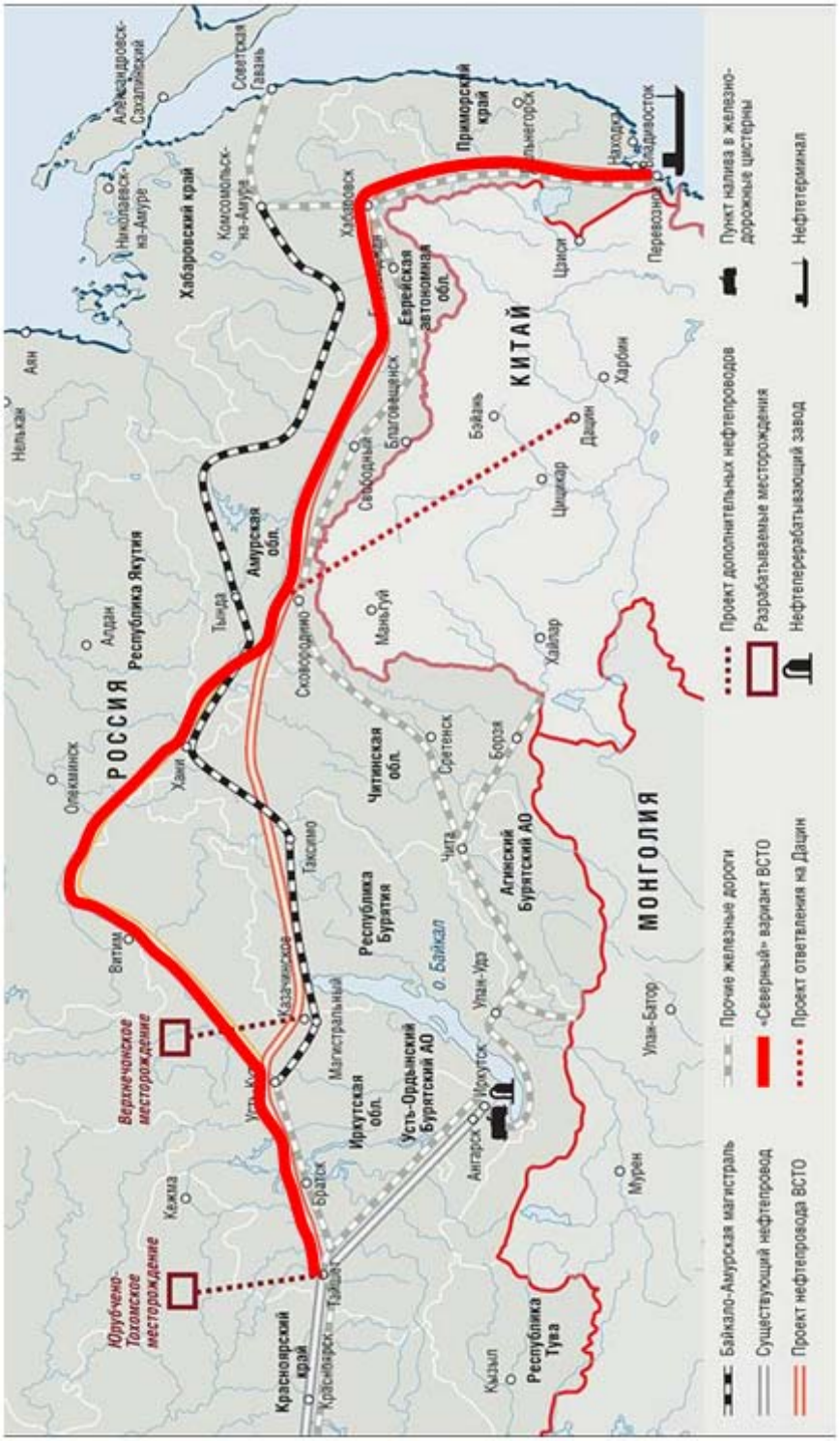


Рис. 4.36. Нефтепровод Восточная Сибирь – Тихий Океан (ВСТО)

28 декабря 2009 г. была запущена первая очередь проекта (ВСТО – 1) – трубопровод от Тайшета (Иркутская область) до Сковородино (Амурская область) длиной 2694 километров. Мощность первой очереди ВСТО – 30 млн т в год. Половина прокачанной нефти будет отправляться по железной дороге в конечную точку нефтепровода – спецморнефтепорт Козьмино (Приморский край). Еще 15 млн т в год будет поставляться в Китай по строящемуся ответвлению от Восточного нефтепровода в районе Сковородино.

АК «Транснефть» подготовила декларацию о намерениях по реализации второго этапа нефтепровода ВСТО – 2, предполагающего увеличение мощности системы с 30 до 80 млн т нефти в год.

По оценкам «Транснефти», вывод ВСТО на полные 80 млн т будет происходить последовательно: в период 2010-2012 гг. – до 30 млн т, к 2016 г. – до 50 млн т, к 2025 г. – до 80 млн т нефти. Причем выход ВСТО на полную мощность зависит от возможностей сырьевой базы (объединенный Красноярский край, Иркутская область, Республика Саха, а также территориально приближенные к системе месторождения Томской области и, при определенных условиях, юго-восток Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов).

Международное сотрудничество

1. ОАО «НК Роснефть»

16 октября 2006 г. президент ОАО «НК «Роснефть» Сергей Богданчиков и президент концерна «China National Petroleum Corporation» («CNPC») Чэнь Гэн (Chen Geng) подписали протокол о создании ООО «Восток Энерджи». Уставный капитал «Восток Энерджи» определен в размере 10 млн рублей. 51 % участия в компании будет принадлежать «Роснефти», а 49 % – «CNPC». Совет директоров предприятия будет состоять из пяти человек, из которых – три представителя «Роснефти», два – «CNPC».

Основными целями создания совместного предприятия являются обеспечение геолого-поисковых и разведочных работ на территории Российской Федерации, поиск месторождений полезных ископаемых, получение лицензий на различные виды пользования недрами.

Кроме того, «Восток Энерджи» намерен вести добычу и реализацию полезных ископаемых, внедрять новые технологии, позволяющие повысить эффективность разведки и добычи. В дальнейшем деятельность компании будет способствовать росту иностранных инвестиций в Российскую Федерацию, а также созданию новых возможностей трудоустройства российских граждан.

В 2010-2012 гг. «Роснефть» (в лице дочернего ООО «РН-Абхазия») намерена построить в республике восемь современных автозаправочных комплексов (АЗК), оборудованных магазинами и автоматическими мойками. Первые три «заправки» планировалось сдать в эксплуатацию до конца 2011 года. Инвестиции компании в строительство розничной сети в Абхазии до 2012 г. включительно составят около 1 млрд рублей.

2. ОАО «Газпром»

Группа «Газпром», а также некоторые зависимые общества являются участниками ряда зарубежных проектов (рис. 4.37), в рамках которых осуществляется геологоразведочные работы и добыча углеводородного сырья.

«Газпром» проводит геологоразведочные работы на шельфе Индии и Вьетнама, Ливии и Венесуэлы, а также в Алжире, Узбекистане, Киргизии и Таджикистане.

Вошедшей в группу в феврале 2009 г. дочерней компанией «NIS» (Сербия) за 2010 г. добыто 1,26 млн т нефтяного эквивалента (на 43,7%, или на 0,38 млн т больше, чем в 2009 г.), с учетом добычи нефти – 1 млн т (в 2009 г. – 0,7 млн т).

Компанией «Gas Project Development Central Asia AG» (доля группы 50 %) совместно с дочерним обществом ЗАО «Газпромзарубежнефтегаз» реализуется проект разработки месторождения Шахпахты в Узбекистане, в рамках которого общее количество добытого газа за период с августа 2004 г. по апрель 2011 г. составило более 1,7 млрд $м^3$.

Кроме того, в соответствии с соглашением между ОАО «Газпром» и НХК «Узбекнефтегаз» разработана и реализуется поэтапная программа геологоразведочных работ на блоках Устюртского региона Узбекистана. В мае 2009 г. на плато Устюрт было открыто газовое месторождение Джел.

На территории Ливии в рамках нефтяных концессий С96 и С97, принадлежащих зависимой компании «Wintershall AG» (доля «Газпрома» 49 %), в 2010 г. обеспечена добыча в объеме 1,92 млн т нефти, 0,1 млн т конденсата и 227 млн $м^3$ газа.

В июне 2009 г. ОАО «Газпромнефть» приобрело 20%-ю долю в уставном капитале ООО «Национальный нефтяной консорциум», созданного для реализации нефтедобывающих проектов в Латинской Америке пятью крупными российскими нефтяными компаниями с равными долями участия. Одним из таких проектов является проект «Хунин – 6», который предполагает освоение месторождения тяжелой нефти реки Ориноко на территории Венесуэлы. В 2010 г. «Газпромнефть» назначена компанией-лидером проекта «Хунин – 6». В сферу ответственности компании-лидера входит подготовка окончательного инвестиционного решения по дальнейшей разработке месторождения «Хунин – 6».

В декабре 2009 г. ОАО «Газпромнефть» стало крупнейшим участником консорциума по разработке месторождения Бадра в Ираке. По предварительным данным, геологические запасы нефти на месторождении Бадра могут составить около 3 млрд баррелей (более 412 млн т). Доля компании в проекте составляет 30 %.

В 2010 г. «Газпромнефть» заключила соглашение о разработке двух морских блоков в Экваториальной Гвинее, а также соглашение с малазийской компанией «Petronas» о вхождении в проект разведки и последующей разработки четырех блоков, расположенных на шельфе Кубы.

В марте 2010 г. силами «Газпрома» началось бурение первой поисковой скважины на периметре лицензионного участка Эль-Ассель в бассейне Беркин в Алжире, а в ноябре 2010 г. там были открыты первые запасы нефти и газа.

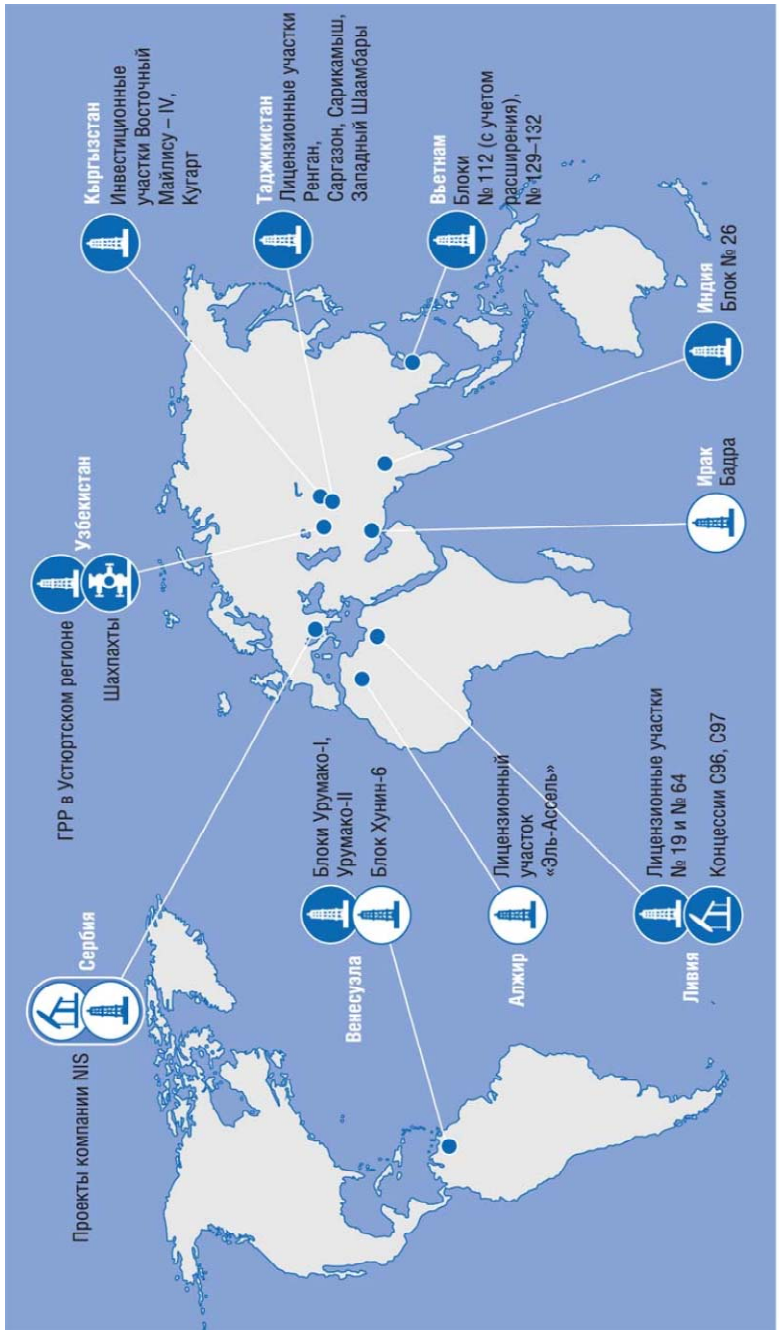


Рис. 4.37. Основные проекты Группы «Газпром» в области разведки и добычи углеводородного сырья за рубежом

3. ОАО «Лукойл»

Добыча нефти по международным проектам в доле группы «Лукойл» составила 5 747 тыс. т, что на 8,5 % больше по сравнению с 2008 годом. Рост объемов добычи был в основном обеспечен проектами Тенгиз, Каракудук-Мунай и Карачаганак в Казахстане.

Проходка в эксплуатационном бурении по международным проектам компании составила 355 тыс. м, что на 40 % меньше по сравнению с 2008 годом. Снижение объемов объясняется сокращением затрат на финансирование программы бурения, однако приоритетные проекты разработки продолжали активно развиваться (Карачаганак, Кумколь, Кондор). Эксплуатационный фонд нефтяных скважин составил 1 522 скважины, фонд скважин, дающих продукцию, – 1 345. По международным проектам, в которых участвует группа, было введено в эксплуатацию 270 новых добывающих скважин. Их средний дебит составил 43,4 т/сут.

В 2009 г. консорциум в составе группы «Лукойл» и норвежской компании «Statoil» стал победителем тендера на право освоения месторождения Западная Курна-2 в Ираке. Оно является одним из крупнейших в мире неразрабатываемых месторождений и находится на юге Ирака, в 65 км к северо-западу от крупного портового города Басра.

Извлекаемые запасы месторождения составляют около 13 млрд баррелей. Основные продуктивные горизонты месторождения – Мишриф, Ямама, Хасиб, Маудуд, Зубейр. Более 90 % запасов сосредоточены в залежах Мишрифа и Ямамы. Месторождение было открыто в 1973 году. Его геологоразведка (сейсмика-2D и бурение разведочных скважин) производилась советскими геологическими и сервисными организациями.

Контрольные вопросы

1. *Дайте определение нефтяной отрасли.*
2. *Какова динамика добычи нефти в России в 2001-2010 гг.?*
3. *Какие в России запасы нефти (в млрд т)?*
4. *Какая нефтяная компания в России больше всех добыла нефти в 2010 г. и сколько именно?*
5. *Что такое нефть и какие у нее свойства?*
6. *Изложите две гипотезы происхождения нефти.*
7. *Перечислите способы извлечения нефти из пробуренных скважин.*
8. *Что такое фонтанный способ извлечения нефти из пробуренных скважин?*
9. *Изложите суть газлифтного способа извлечения нефти из пробуренных скважин.*
10. *Изложите суть извлечения нефти из пробуренных скважин с помощью УЭЦН.*
11. *Изложите суть извлечения нефти из пробуренных скважин с помощью ШСН.*

12. *Какие основные средства используют для транспортировки нефти?*
13. *Какие виды нефтепроводов вы знаете?*
14. *Какое значение для РФ имеет магистральный нефтепровод «Дружба»?*
15. *Какие экономические проблемы стоят перед нефтяной промышленностью РФ?*
16. *Какие экологические проблемы стоят перед нефтяной промышленностью РФ?*
17. *Изложите перспективы развития нефтяной промышленности по разработке новых месторождений.*
18. *Какие преимущества для экономики РФ имеет нефтепровод БТС?*
19. *Какие преимущества для экономики РФ имеет нефтепровод ВСТО?*
20. *Изложите элементы международного сотрудничества ОАО «НК Роснефть».*
21. *Изложите элементы международного сотрудничества ОАО «Газпром».*
22. *Изложите элементы международного сотрудничества ОАО «Лукойл».*

4.3. УГОЛЬНАЯ ОТРАСЛЬ РОССИИ

4.3.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Угольная отрасль России – отрасль тяжелой индустрии, важное звено ТЭК, включающая разведку, добычу, обогащение и переработку угля. По разведанным запасам каменного угля Россия занимает 4-е место в мире (23 % мировых запасов углей – 173 млрд т), уступая США (460 млрд т), Китаю (272 млрд т), Австралии (225 млрд т.).

В угольной промышленности России действует 228 угледобывающих предприятий (91 шахт и 137 разрезов). Практически вся добыча угля обеспечивается частными предприятиями. В государственной собственности находится только одна шахта – «Арктикуголь».

Переработка угля осуществляется на 49 обогатительных фабриках и установках механизированной породовыборки, ежегодный объем переработки составляет 115-120 млн т.

После начала «рыночных реформ» добыча угля в России неуклонно снижалась, упав к 1998 г. почти в два раза. С 1999 г. наметился некоторый рост (исключая спад в 2009 г.). В 2009 г. в России добыто 300,6 млн т угля, что примерно соответствует добыче угля в РСФСР в 1960 г. (290 млн т). В 2010 г. добыча угля вышла на докризисный уровень – 323 млн т (рис. 4.38). Максимальный уровень добычи угля в Российской Федерации был достигнут в 1988 г. и составил 410 млн тонн.

Рис. 4.38. Динамика добычи угля в России в 2001-2010 гг., млн т

В целом по России объем угледобычи в 2010 г. увеличился на 18 млн т, или на 6 % по сравнению с 2009 годом. Среди основных угледобывающих бассейнов подъем производства угольной продукции составил в Кузбассе 4 млн т, или 3 % (добыто 185 млн т), в Канско-Ачинском – 3,5 млн т, или на 10 % (добыто 38,9 млн. т), в Печорском – 1,7 млн т, или 14,6 % (добыто 13,6 млн т), спад угольного производства продолжался в Донецком бассейне – 0,2 млн т, или 4,7 % (добыто 4,7 млн т).

В настоящее время добыча угля ведется в семи федеральных округах, 25 субъектах Российской Федерации, 16 угольных бассейнах и 85 муниципальных образованиях России, из которых 58 являются углепромышленными территориями на базе градообразующих угольных предприятий. В отрасли задействовано около 200 тыс. человек. С угольной отраслью России связано (вместе с членами семей шахтеров и смежниками) около 3 млн. человек.

В России уголь потребляется во всех 86 субъектах Российской Федерации. Основные потребители угля на внутреннем рынке − электростанции и коксохимические заводы. Из угледобывающих регионов самым мощным поставщиком угля является Кузнецкий бассейн. Здесь производится около 60 % всего добываемого угля в стране и около 80 % углей коксующихся марок.

По объемам угледобычи Российская Федерация занимает пятое место в мире (323 млн т в 2010 г.) после Китая (3,3 млрд т), США (1,08 млрд т), Индии (596 млн т) и Австралии (471 млн т) (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Производство угля в год, млн т

Страны	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Доля %	На сколько хватит разведанных запасов (лет)
Китай	1992,3	2204,7	2380,0	2536,0	2782,0	3050,0	3316,3	45,8	38
США	1112,1	1131,5	1162,8	1146,6	1171,8	1074,9	1085,3	15	245
Индия	407,7	428,4	447,3	478,4	521,7	557,6	596,6	8,2	105
ЕЭС	628,4	608,0	595,5	593,4	587,7	536,8	525,3	7,3	55
Австралия	366,1	378,8	385,3	399,0	401,5	409,2	471	6,5	186
Россия	284,4	299,8	310	314,1	328,9	302,6	323	4,6	550+
Индонезия	132,4	146,9	195	217,4	229,5	252,5	254	3,5	17
ЮАР	243,4	244,4	244,8	247,7	250,4	250	252,2	3,5	122
Германия	207,8	202,8	197,2	201,9	192,4	183,7	174,5	2,4	37
Польша	162,4	159,5	156,1	145,9	143,9	135,1	132,4	1,8	56
Казахстан	86,9	86,6	96,2	97,8	111,1	101,5	103,5	1,4	308
Мировое производство	5585,3	5886,7	6195,1	6421,2	6781,2	6940,6	7234,1	100	119

Десять компаний, являющиеся наиболее крупными производителями угля, обеспечивают 77% всего объема добычи угля в России (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Наиболее крупные компании-производители* угля
в Российской Федерации

№ п/п	Наименование предприятий по добыче угля, тыс. т	2009 год
1	ОАО «СУЭК»	87 820
2	ОАО «Кузбассразрезуголь»	46 097
3	ОАО ХК «СДС-Уголь»	15 828
4	ОАО «Мечел»	15 364
5	ОАО «ОУК «Южкузбассуголь»	14 079
6	ООО «Компания «Востсибуголь»	12 066
7	ООО «Холдинг Сибуглемет»	11 331
8	ОАО «Распадская»	10 559
9	ЗАО «Северсталь-ресурс»	9 458
10	ОАО «Русский Уголь»	8 659

* Журнал «Уголь», № 3, 2010.

4.3.2. УГОЛЬ: ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ПРИМЕНЕНИЕ

Общие сведения

Уголь – вид ископаемого топлива, образовавшийся из частей древних растений под землей без доступа кислорода. Уголь был первым из используемых человеком видов ископаемого топлива. Он позволил совершить промышленную революцию, которая, в свою очередь, способствовала развитию угольной промышленности, обеспечив ее более современной технологией.

Уголь, подобно нефти и газу, представляет собой органическое вещество, подвергшееся медленному разложению под действием биологических и геологических процессов. Основа образования угля – растительные остатки. В зависимости от степени преобразования и удельного количества углерода в угле различают четыре его типа: бурые угли (лигниты), каменные угли, антрациты и графиты.

Бурый уголь – твердый ископаемый уголь, образовавшийся из торфа, содержит 65-70 % углерода, имеет бурый цвет, наиболее молодой из ископаемых углей. Используется как местное топливо, а также как химическое сырье. Содержит много воды (43 %), и поэтому имеют низкую теплоту сгорания. Кроме того, имеет большое количество летучих веществ (до 50 %).

Бурые угли образуются из отмерших органических остатков под давлением нагрузки и под действием повышенной температуры на глубине залегания – от выхода на поверхность до 600 м и глубже.

Каменный уголь – осадочная порода, представляющая собой продукт глубокого разложения остатков растений (древовидных папоротников, хвощей и плаунов). Большинство залежей каменного угля было образовано в палеозое примерно 300-350 миллионов лет тому назад. Содержание углерода в каменном угле, в зависимости от его сорта, составляет от 75 до 95 %. Содержат до 12 % влаги (3-4 % внутренней), поэтому имеют более высокую теплоту сгорания по сравнению с бурыми углями. Содержат до 32 % летучих веществ, за счет чего неплохо воспламеняются. Глубина залегания углей различна – от выхода на поверхность до 2000-2500 м и глубже.

Антрацит – самый древний из ископаемых углей. Характеризуется большой плотностью и блеском. Содержит 95 % углерода. Применяется как твердое высококалорийное топливо (теплотворность 6800-8350 ккал/кг). Имеет наибольшую теплоту сгорания, но плохо воспламеняется. Общие запасы антрацита сравнительно невелики и составляют около 3 % мировых запасов углей. Наибольшее количество антрацита находится в Кузбассе (РФ), Донбассе (Украина) и др. Значительные запасы антрацита имеются в Китае, США. Антрацит используют как высококачественное энергетическое топливо, а также для изготовления электродов и полупроводников. Специальные сорта антрацита, не подвергающиеся при горении растрескиванию, применяют в литейном и доменном процессах. Глубина залегания антрацита различна – от 500 м до 2000-2500 м и глубже.

Графит (от греч. – пишу) – минерал из класса самородных элементов, одна из аллотропных модификаций углерода. Структура слоистая. Крупные залежи образуются в результате пиролиза каменного угля под воздействием траппов* на каменноугольные отложения (Тунгусский бассейн). Хорошо проводит электрический ток. В отличие от алмаза обладает низкой твердостью (1-2 по шкале Мооса). Плотность 2,08-2,23 г/см³. Цвет темно-серый, блеск металлический. Неплавкий, устойчив при нагревании в отсутствие воздуха. В кислотах не растворяется. Жирный (скользкий) на ощупь. Природный графит содержит 10-12 % примесей глин и окислов железа. При трении расслаивается на отдельные чешуйки (это свойство используется в карандашах).

Происхождение

Для образования угля необходимо обильное накопление растительной массы. В древних торфяных болотах, начиная с девонского периода (примерно 416 млн лет назад), накапливалось органическое вещество, из которого без

---

* Тра́пповый магмати́зм (от швед. *trappa* – лестница) – особый тип континентального магматизма, для которого характерен огромный объем излияния базальта за геологически короткое время (первые миллионы лет) на больших территориях. На океанической коре аналогом траппов являются океанические плато.

доступа кислорода формировались ископаемые угли. Возраст самых древних углей оценивается примерно в 300-400 миллионов лет.

Уголь образуется в условиях, когда гниющий растительный материал накапливается быстрее, чем происходит его бактериальное разложение. Идеальная обстановка для этого создается в болотах, где стоячая вода, обедненная кислородом, препятствует жизнедеятельности бактерий и тем самым предохраняет растительную массу от полного разрушения. На определенной стадии процесса выделяемые в ходе него кислоты предотвращают дальнейшую деятельность бактерий. Так возникает торф – исходный продукт для образования угля. Если затем происходит его захоронение под другими наносами, то торф испытывает сжатие и, теряя воду и газы, преобразуется в уголь.

Под давлением наслоений осадков толщиной в один километр из 20-метрового слоя торфа получается пласт бурого угля толщиной 4 метра. Если глубина погребения растительного материала достигает трех километров, то такой же слой торфа превратится в пласт каменного угля толщиной два метра. На большей глубине, порядка 6 км, и при более высокой температуре 20-метровый слой торфа становится пластом антрацита толщиной в 1,5 метра.

В ходе движения земной коры угольные пласты испытывали поднятие и складкообразование. С течением времени приподнятые части разрушались за счет эрозии или самовозгорания, а опущенные сохранялись в широких неглубоких бассейнах, где уголь находится на уровне не менее 900 метров от земной поверхности. Образование наиболее мощных угольных пластов связано с областями земной коры, которые на протяжении значительного времени – в течение миллионов лет – подвергались постепенному тектоническому опусканию со скоростью накопления торфа на поверхности. В отдельных случаях, как, например, в Хат-Крик (Канада), мощность одного угольного пласта может достигать 500 и более метров.

Применение

Применение каменного угля многообразно. Он используется как бытовое, энергетическое топливо, сырье для металлургической и химической промышленности, а также для извлечения из него редких и рассеянных элементов. Очень перспективным является сжижение (гидрогенизация) угля с образованием жидкого топлива. Для производства одной тонны нефти расходуется 2-3 т каменного угля, в период эмбарго ЮАР практически полностью обеспечивала себя топливом за счет этой технологии. Из каменных углей получают искусственный графит.

4.3.3. СПОСОБЫ ДОБЫЧИ УГЛЯ

Процессы извлечения полезных ископаемых из недр Земли с помощью технических средств называются *добычей.* Способы добычи угля зависят от глубины его залегания. Разработка ведется открытым способом в угольных разрезах, если глубина залегания угольного пласта не превышает 100 метров.

Нередки и такие случаи, когда при большем углублении угольного карьера далее выгодно вести разработку угольного месторождения подземным способом. Для извлечения угля с больших глубин используются шахты. На самых глубоких шахтах на территории Российской Федерации добывают уголь с уровня чуть более 1 200 метров.

ПОДЗЕМНАЯ ДОБЫЧА УГЛЯ

Для того чтобы добыть уголь подземным способом и отгрузить его на склад, производятся следующие технологические процессы: 1) вскрытие шахтного поля; 2) подготовка шахтного поля к очистной выемке (проведение выработок); 3) очистная выемка; 4) транспортировка добытого угля на склад или потребителю.

1. **Вскрытие шахтного поля**

Шахтное поле – часть месторождения угля, которая отводится для разработки одной шахтой. Чтобы осуществить разработку месторождения угля, его вскрывают, т.е. делают доступным с земной поверхности.

Для вскрытия проводят стволы, штольни, квершлаги, бремсберги, уклоны. Эти выработки и сами горные работы по их проведению называют *капитальными.*

Основными факторами, влияющими на выбор схемы вскрытия шахтного поля, являются: число вскрываемых пластов, угол падения пластов, свойства боковых пород, расстояние между пластами, мощность наносов, нарушенность месторождения, глубина разработки, газоносность пластов, рельеф местности, производственная мощность шахты, размер шахтного поля, срок службы шахты, уровень развития горнодобывающей техники, способ подготовки шахтного поля, системы разработки, схемы вентиляции и пр.

Вскрытие вертикальными стволами является наиболее распространенным способом, применяется при горизонтальном, пологом, наклонном, крутонаклонном и крутом залегании одиночных пластов или свиты пластов.

Схемы вскрытия шахтного поля:

– вертикальным стволом и горизонтальным квершлагом (рис. 4.39);

– наклонным стволом (рис. 4.40);

– штольней (рис. 4.41).

При шахтном вскрытии месторождения различают вскрытие вертикальными, наклонными шахтными стволами. Осуществляют также вскрытие месторождения комбинированным способом, при котором в пределах одного шахтного поля применяются совместно выработки того и другого типа.

При сложном рельефе поверхности в горах или на сильно пересеченной местности, как правило, осуществляют вскрытие месторождения штольнями или применяют комбинированный способ (штольни в сочетании с вертикальными или наклонными стволами).

Наиболее универсальный и распространенный способ вскрытия месторождения – вертикальными стволами, которые могут пересекать горизон-

тальные пласты и пласты (залежи) полезных ископаемых или находиться в их почве (лежачем боку).

2. **Подготовка шахтного поля к очистной выемке (проведение выработок)**

После того как месторождение или шахтное поле вскрыто, оно подготавливается к очистной выемке. Для этого при помощи различных подготовительных выработок оно разделяется на отдельные выемочные поля.

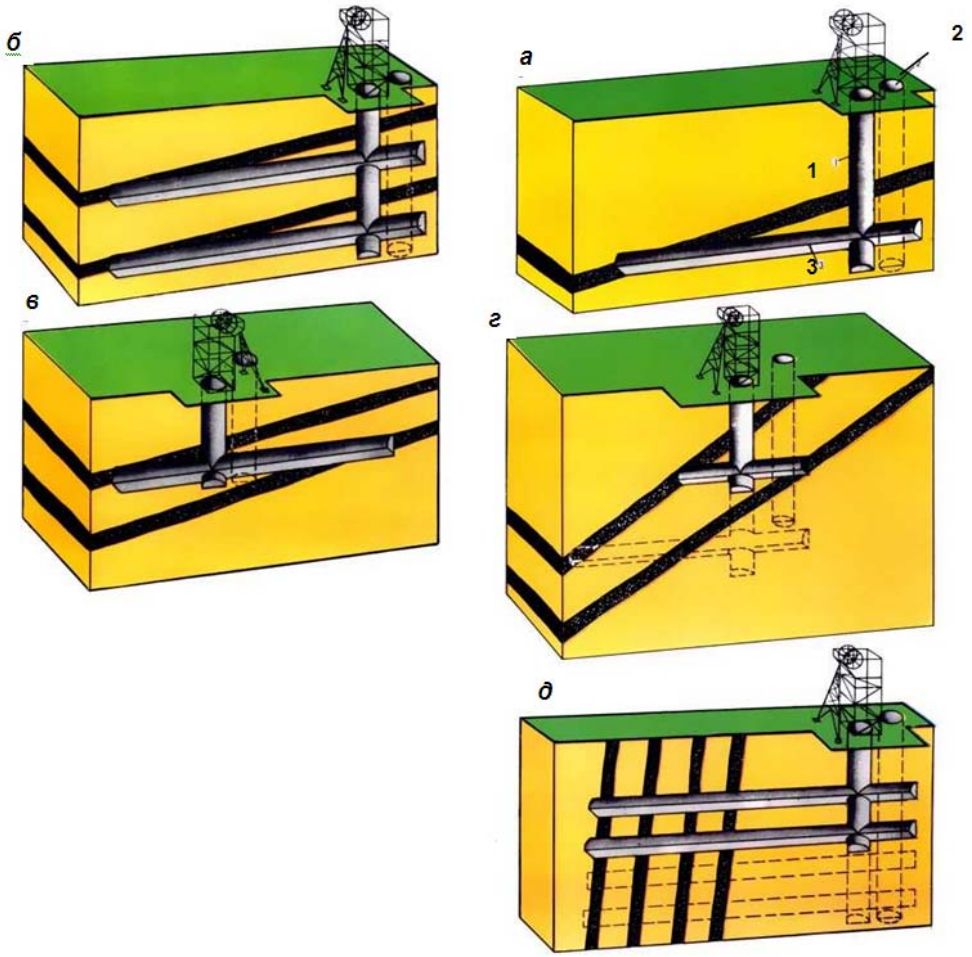


Рис. 4.39. Схемы вскрытия шахтных полей вертикальными стволами и горизонтальным квершлагом:
а) одного пласта с постоянным транспортным горизонтом; б) свиты пластов с двумя транспортными горизонтами; в) свиты пластов с постоянным транспортным горизонтом; г) свиты пологих пластов с погоризонтными квершлагами и углубкой стволов; д) свиты крутых пластов с этажными квершлагами и углубкой стволов; 1, 2 – главный и вспомогательный стволы соответственно; 3 – квершлаг.

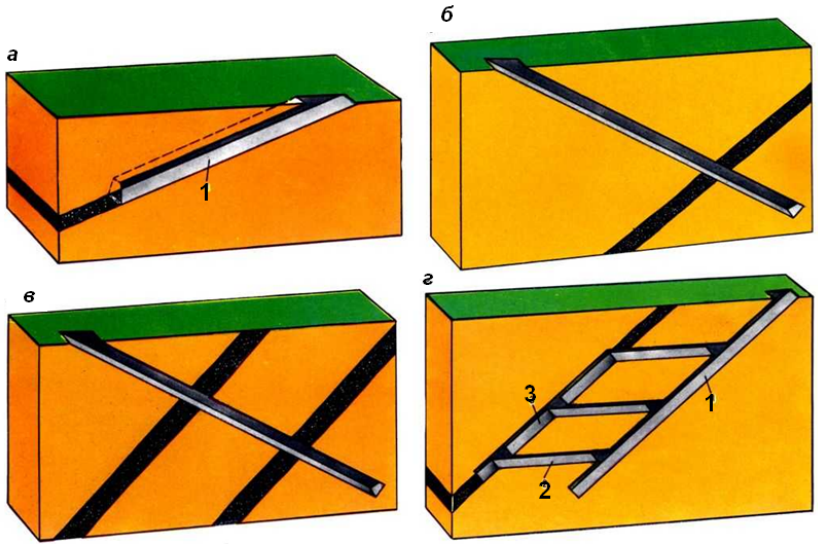


Рис. 4.40. Схемы вскрытия шахтных полей наклонными стволами:
а) пройденными по залежи полезного ископаемого; б) по породам висячего бока;
в) по породам висячего и лежачего бока; г) в сочетании с погоризонтными квершлагами
и капитальным бремсбергом; 1 – ствол; 2 – квершлаг; 3 – капитальный бремсберг

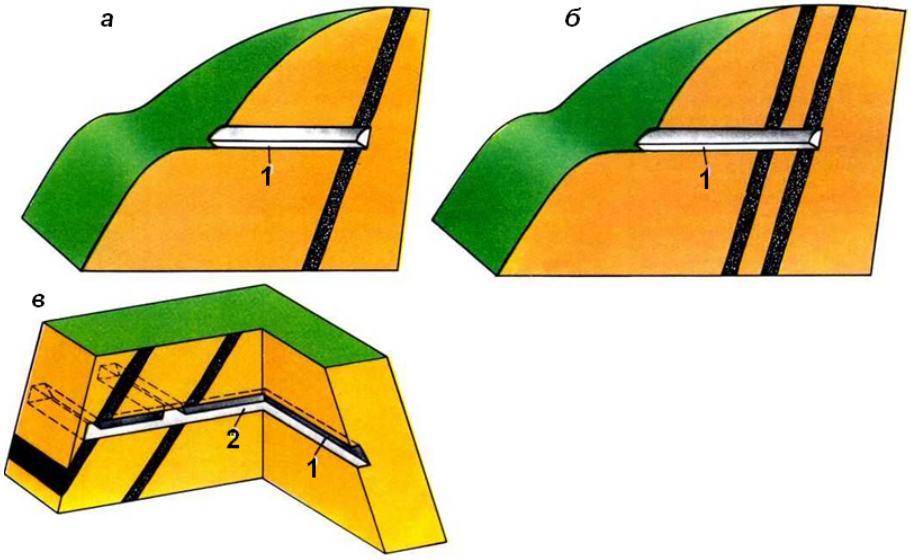


Рис. 4.41. Схемы вскрытия шахтных полей штольнями:
а) с расположением в висячем боку; б) проходкой их вкрест простирания свиты пластов; в) ориентацией штольни по простиранию; 1 – штольня; 2 – квершлаг

В каждом таком выемочном поле нарезается определенное количество очистных забоев (лав), в которых производятся работы по выемке угля. Такие выработки и такие работы носят название *подготовительных*.

Проведение горных выработок, в зависимости от горно-геологичеких условий, может осуществляться различным способом: 1) буровзрывным; 2) комбайновым; 3) гидравлическим; 4) вручную.

Проходческим циклом называют совокупность основных и вспомогательных процессов, при однократном выполнении которых за определенное время забой выработки подвигают на установленную величину. В зависимости от крепости пород выработки проводят буровзрывным способом, с помощью проходческих комбайнов, гидромеханизации и реже отбойными молотками (вручную).

Способ проведения горной выработки характеризуется *технологической схемой* ее проведения – расстановкой машин и механизмов по разрушению горной массы, погрузке ее и транспортированию, возведение крепи. Технологическую схему выбирают в зависимости от горно-геологических и производственно-технических условий (площадь сечения, протяженность, срок службы, скорость проведения, материалов и оборудования и пр.).

При проведении горных выработок различают: 1) *основные* и 2) *вспомогательные* процессы. *Основные* – связаны с проведением и креплением выработки; в*спомогательные* – возведение временной крепи, навеска вентиляционных труб, наращивание конвейера или настилка рельсовых путей, прокладка труб, кабелей и др.

Горные выработки проводят в соответствии с паспортом выемочного участка, составной частью которого является паспорт проведения и крепления выработки (составляется для каждого участка), который разрабатывает главный технолог шахты и начальник участка. Паспорт согласовывается с начальниками участков и служб, утверждается главным инженером. Если выработка проводится буровзрывным способом, то составляется паспорт буровзрывных работ.

Запрещается вести горные работы без утвержденного паспорта или с отступлением от него. При изменениях паспорт должен быть изменен и переутвержден в суточный срок. До начала работ все рабочие и ИТР участка должны быть ознакомлены с паспортом и изменениями под роспись.

Буровзрывная технология проведения горных выработок включает в себя: бурение шпуров, заряжание, взрывание зарядов, выгрузку отбитой горной массы, крепление выработки и вспомогательные работы. Взрывные работы могут применяться в породах различной крепости, но они наиболее экономичны в породах средней крепости и в крепких породах, когда другие виды работ недостаточно эффективны.

Для размещения заряда в массиве горных пород образуют полость – шпур, скважину или выработку (камеру). Соответственно и методы взрывных работ называют методами шпуровых, скважинных или камерных зарядов. Диаметр *шпуров* обычно составляет 30-75 мм, а глубина – до 5м. Шпуры,

имеющие диаметр более 75 мм и глубину более 3 м, называют *скважинами*. Бурение шпуров осуществляется вручную или буровыми установками.

Погрузка горной массы при проведении выработок буровзрывным способом – наиболее трудоемкий процесс проходческого цикла. Погрузку производят вручную и механизированным способом. При механизированном способе применяются различные погрузочные машины и скреперные комплексы.

Крепление выработки, в зависимости от вида крепи, осуществляется вручную или с помощью различных механизмов. Вспомогательные работы – это доставка материалов, наращивание вентиляционного и водяного ставов, переноска датчиков, наращивание конвейера и пр.

Технология проведения выработок комбайном. Применение проходческих комбайнов (рис. 4.42) при проведении выработки позволяет механизировать основные проходческие процессы – отбойку, погрузку и транспортировку отбитой горной массы из забоя выработки. Применение комплексов, кроме этого, позволяет механизировать крепление горных выработок.

Рис. 4.42. Горнопроходческий комбайн

При использовании комбайнов повышается скорость проведения выработок, увеличивается производительность труда, снижается стоимость проведения выработок, повышается безопасность труда проходчиков.

Проходческие комбайны избирательного действия получили наибольшее распространение на шахтах России. Они предназначены для механизации проведения горных выработок любой формы поперечного сечения выработок, кроме круглой. Их исполнительный орган выполнен в виде резцовой коронки, установленной на поворотной рукояти – стреле, совершающей при

обработке забоя *качательные движения* в горизонтальных и вертикальных плоскостях. Эти комбайны имеют, как правило, гусеничную ходовую часть и могут быть использованы при проведении горизонтальных и наклонных горных выработок по углю и смешанным забоем с присечкой породы. Они могут работать в сложных горно-геологических условиях с наличием сбросов, пережимов и утонений пласта, при неустойчивой кровле, слабой почве и значительной обводненности.

Гидравлический способ проведения горных выработок. Сущность гидравлического способа проведения горных выработок состоит в том, что горная выработка ведется при помощи высоконапорной струи воды, выбрасываемой гидромониторами.

Проведение горных выработок вручную. Такой способ применяется очень редко.

3. **Очистная выемка**

После вскрытия и подготовки шахтного поля начинается очистная выемка. *Очистные работы* – работы непосредственно по выемке полезного ископаемого, креплению забоя и управления кровлей. *Очистная выемка* – процесс отбойки, погрузки на забойный конвейер и доставка угля до ближайшей транспортной выработки. Очистная выемка – главный процесс очистных работ.

Технология очистной выемки – совокупность производственных процессов, выполняемых в определенной последовательности в пространстве и времени направленных на получение готовой продукции (на добычу угля).

Для очистной выемки применяется три способа разрушения: механический, буровзрывной и гидравлический. Буровзрывное разрушение наибольшее распространение получило при добыче руд, крепость которых $f > 4$. Гидравлическое разрушение при подземной добыче угля используется в небольшом объеме. Наибольшее распространение в настоящее время получила механизированная выемка угля – при помощи очистных комбайнов (рис. 4.43) и струговых установок. При выемке угля комбайном вдоль очистного забоя по раме конвейера движется очистной комбайн, рабочий орган (в виде шнека) которого отбивает полосу полезного ископаемого обычно шириной 0,63 или 0,8 м (узкозахватная выемка) и грузит его на забойный конвейер.

При струговой выемке по раме забойного конвейера перемещается струг, который исполнительным органом скалывает слой угля 5-10 см и погрузочным лемехом грузит его на конвейер.

При выемке полезного ископаемого образуются пустоты – выработанное пространство, которое постоянно увеличивается, соответственно увеличивается площадь горных пород, которые лишаются опоры и обрушаются. Для сохранения устойчивого состояния очистной выработки осуществляют комплекс мероприятий – *управление кровлей*.

Существует несколько способов управления кровлей:

– полное обрушение;

– плавное опускание;

– удержание на кострах;

– полная закладка.

Рис. 4.43. Работа очистного комбайна в угольной лаве

Полное обрушение – наиболее распространенный способ управления кровлей. Сущность способа – периодическое обрушение непосредственной кровли по мере подвигания очистного забоя.

Непосредственная кровля, обрушаясь, заполняет выработанное пространство и подбучивает основную кровлю. Тем самым предупреждаются или ослабевают интенсивные обрушения основной кровли.

Плавное опускание применяют в породах, способных плавно опускаться без разрушения кровли (в Донбассе, где мощность пласта – до 1-1,2 м). Сущность способа: вслед за очистной выемкой устанавливают деревянную крепь. По мере удаления очистного забоя (увеличения выработанного пространства) деревянная крепь вдавливается в почву или ломается, а кровля на расстоянии 10-30 м от забоя плавно опускается на почву.

Удержание на кострах применяется на тонких крутонаклонных и крутых пластах. По мере подвигания очистного забоя на стойках деревянной призабойной крепи выкладываются деревянные *костры* прямоугольной формы. Расстояние в ряду между кострами 4-6 м, а между рядами –1,8-2,7 метров. Оставленные в выработанном пространстве костры постепенно сдавливаются и разрушаются, а кровля прогибается и обрушается на некотором расстоянии от призабойного пространства. Способ имеет ограниченное применение, так как очень трудоемкий (большой расход леса).

Полная закладка – это способ, когда все выработанное пространство за пределами призабойного закладывают породой. Способ дорогостоящий, трудоемкий, применяется при выемке угля под застроенными территориями, водоемами, железными дорогами, на мощных самовозгорающихся пластах. В качестве закладочного массива используется песок, гравий, отходы обогатительного производства и пр.

Для предотвращения обрушения пород кровли при очистной выемке, сохранения площади поперечного сечения призабойного пространства и управления горным давлением устанавливается *крепь очистных выработок*. Крепь должна удовлетворять следующим требованиям: должна быть прочной и устойчивой, обладать податливостью, иметь минимальный вес, обеспечивать механизацию установки и передвижки; иметь необходимую площадь призабойного пространства для пропуска достаточного количества воздуха; не должна мешать выполнению других производственных процессов, должна быть недорогой, надежной и долговечной. Наибольшее распространение получили индивидуальные и передвижные крепи.

Индивидуальные крепи состоят из отдельных, не связанных между собой конструктивных элементов, устанавливаемых вручную вслед за подвиганием забоя. Индивидуальная крепь подразделяется на призабойную и специальную – посадочную. Призабойная крепь служит для поддержания кровли в рабочем пространстве выработки, а специальная – устанавливается на границе с погашаемым выработанным пространством и играет роль режущей опоры при управлении кровлей полным обрушением. К индивидуальным крепям относятся деревянные стойки, костры, металлические и гидравлические стойки, посадочные тумбы. В настоящее время наиболее распространены *передвижные* крепи – гидрофицированные крепи механизированных комплексов.

Сущность *гидравлической очистной выемки* состоит в том, что очистная выемка ведется при помощи высоконапорной струи воды, выбрасываемой гидромониторами. Размытый уголь в виде пульпы самотеком поступает в приемные, аккумулирующие выработки – камеры углесосов, а уже углесосами перекачивается на поверхность, на обогатительную фабрику.

Для обеспечения самотечного транспорта все транспортные выработки проводятся с уклоном в сторону пульноприемных выработок и стволов. Подготовительные выработки проводятся при помощи механогидравлических комбайнов. Наиболее распространенная система разработки – короткими очистными забоями. При гидравлической добыче угля производительность труда рабочих в 2-3 раза выше, а себестоимость угля в 1-3 раза ниже, чем при традиционной технологии.

Недостатки: большие потери угля, большой объем подготовительных выработок, ухудшение санитарных условий труда вследствие подачи в шахту большого количества воды.

4. **Транспортировка добытого угля на склад или потребителю**

Транспорт добытого угля на поверхность шахты осуществляется по следующим схемам: 1) лавный конвейер очистного забоя – скребковый перегружатель – ленточные конвейеры – поверхность шахты (склад, погрузка,

обогатительная фабрика); 2) лавный конвейер очистного забоя – скребковый перегружатель – ленточные конвейеры очистного участка – ленточные конвейеры общешахтные – бункер-камера дозатора – скиповой подъем – поверхность шахты; 3) лавный конвейер очистного забоя – скребковый перегружатель – ленточные конвейеры очистного участка – погрузочный пункт – рельсовый транспорт общешахтный – разгрузочный бункер – камера дозатора – скиповой подъем – поверхность шахты.

ДОБЫЧА УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Если глубина нахождения угольного пласта составляет до ста метров – в этом случае добыча угля производится открытым способом. На сегодняшний день объем добычи угля открытым способом в общем объеме добычи угля примерно составляет 65 % и его доля предположительно увеличится за ближайшее десятилетие еще 10 %.

Горное предприятие, ведущее добычу полезных ископаемых открытым способом, называется карьером. Карьер, предназначенный для добычи угля, называется разрезом. Месторождение или его часть, разрабатываемая одним карьером, называется карьерным полем.

Добыча угля производится открытым способом (рис. 4.44) тогда, когда уголь залегает неглубоко. В таком случае первоначально производится удаление вскрыши, после чего производится буровзрывная отбойка угля. После отбойки уголь с помощью вагонов или автотехники увозится с места добычи. При производстве вскрышных работ уделяют внимание составу и величине верхнего слоя породы – при незначительной толщине и рыхлости вскрышевание можно произвести бульдозером. А вот в случае если верхний слой породы более толстый – применяются роторные экскаваторы, лопаты и драглайны. Отношение полного объема вскрышных пород в кубических метрах к промышленным запасам полезного ископаемого в тоннах, извлекаемым в пределах карьерного поля, называется коэффициентом вскрыши.

Глубина, с которой себестоимость добычи 1 т угля открытым и подземным способом становится одинаковой, называется предельной глубиной карьера. Этой глубине соответствует и предельный коэффициент вскрыши.

Технологии добычи угля открытым способом имеет ряд особенностей. Так, влияние открытого способа добычи угля на природную среду может быть весьма велико, следовательно, необходим тщательный контроль и планирование на всех стадиях разработки породы, а также правильное управление процессами.

Рассматривая добычу угля открытым способом, отметим, что для этого используются: одноковшовый экскаватор и грузовой автомобиль; драглайны; многоковшовые роторные экскаваторы и дробилки (впрочем, это редкий способ добычи открытым способом).

Рис. 4.44. Добыча угля открытым способом

Грузовые автомобили и одноковшовые экскаваторы используются довольно широко, в то же время драглайны и системы многоковшовых роторных экскаваторов применяются, преимущественно, именно для добычи угля открытым способом. Особенностью открытого способа добычи угля является применение специального оборудования и методик, позволяющих производить добычу на больших по площади территориях залежей угольной породы.

4.3.4. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

ОБОГАЩЕНИЕ УГЛЯ

Благоприятная мировая конъюнктура позволила российским угольщикам существенно увеличить объемы добычи угля. Но стратегия простого наращивания добычи не может быть приоритетной, и в дальнейшем, необходимо гармоничное сочетание количества и качества. Повышение уровня переработки, совершенствование качества продукции – это актуальная общемировая тенденция в экономике. Если рассматривать динамику добычи угля в России, то видно, что с 2000-го по 2010-й год произошел существенный рост объемов – с 258 до 318 млн т, или на 25 % (табл. 4.8). При этом переработка угля росла еще быстрее. За тот же период объем обогащения вырос на 36 %, в том числе коксующегося угля – на 12 %, энергетического – почти в два раза.

Таблица 4.8

Динамика добычи и переработки угля по видам, млн т

	2000	2007	2008	2009	2010	2010/2000
РОССИЯ						
Добыча угля, всего	257,9	316	328,8	300,6	318	1,25
Энергетического	196,9	241,2	260,1	241,5	257,9	1,31
Коксующегося	61	72,9	68,7	61,1	65,1	1,07
Переработка, всего	92,9	122,6	119,57	118,07	126,5	1,36
Переработка угля на фабриках	84,8	114	110,7	109,7	117,6	1,39
Энергетического на ОФ	26,9	41,2	43,9	48,1	52,7	1,96
Коксующегося на ОФ	57,9	72,8	66,8	61	64,9	1,12
Переработка на сортировочных установках (энергетического угля)	8,1	8,6	8,87	8,97	8,9	1,1
КУЗБАСС						
Добыча угля, всего	115,1	182	184,3	181,3	185,5	1,61
Энергетического	70,1	124	128,7	127,5	135,3	1,93
Коксующегося	45	57,2	55,6	53,8	50,2	1,12
Переработка, всего	54,6	85,1	85,2	82,9	83,8	1,53
Переработка угля на фабриках	46,5	76,5	76,3	73,9	74,9	1,61
Энергетического на ОФ	1,9	19,4	27,4	26	26,1	13,74
Коксующегося на ОФ	44,6	57,1	48,9	47,9	48,8	1,09
Переработка на сортировочных установках (энергетического угля)	8,1	8,6	8,87	8,97	8,9	1,1

Стимулирующим фактором столь быстрого и масштабного развития добычи и углепереработки явился рост экспорта, объем которого из-за благоприятной мировой конъюнктуры к 2010 году превысил 100 млн тонн. Мировой рынок предъявляет жесткие требования к качеству угля (зольность 8-12 %, содержание серы менее 0,5 %, влага менее 8-9 %, калорийность свыше 6000 ккал). Тем не менее, факт остается фактом – в целом по России доля обогащения именно энергетического угля остается низкой. Если по технологическим требованиям коксующийся уголь практически полностью подвергается обогащению, то для энергетики доля обогащения составляет только 20%, что несопоставимо с мировым уровнем – 70–90 % (в ЮАР и Австралии обогащается весь уголь). В Кузбассе, крупнейшем угледобывающем регионе страны, ситуация с обогащением немногим лучше, чем в других регионах. В прошлом году в среднем по России доля обогащения в общем объеме добытого угля составляла 36,4 %, в Кузбассе она находилась на уровне 40 %. При этом в регионе значительно изменилась доля обогащения энергетического угля, которая выросла с 2,7 % в 2000 г. до 25,6 % в 2010-м году (табл. 4.9).

Таблица 4.9

Обогатительные фабрики, введенные в строй в Кемеровской области с 2000 по 2010 гг. и планируемые к вводу до 2015 года

Фабрика	Владелец-инвестор	Тип углей	Годовая производительность, млн т	Год ввода
ОФ «Антоновская»	«Сибуглемет»	коксующиеся	3,0	2001
ОФ Красногорского разреза	«Южный Кузбасс»	коксующиеся	1,5	2002
ОФ «Бачатская энергетическая»	ОАО «Кузбассразрезуголь»	энергетические	2,5	2002
ОФ «Спутник»	МПО «Кузбасс»	энергетические и коксующиеся	2,4	2003
ОФ «Распадская»	«Evraz Group», менеджеры	коксующиеся	6,5 (11,5)	2005
ОФ «Междуреченская»	«Сибуглемет»	энергетические и коксующиеся	3,0	2005-2006
ОФ «Северная»	«ArcelorMittall»	коксующиеся	3.0	2006
ОФ «Листвяжная»	«Белон»	энергетические	6,0	2007
ОФ «Бачатская коксовая»	ОАО «Кузбассразрезуголь»	коксующиеся	3,0	2008
ЦОФ «Щедрухинская»	ООО «Топпром»	энергетические и коксующиеся	3,5	2009
ОФ «Каскад»	«Кузбасская топливная компания»	энергетические	2	2010
ОФ «Краснобродская коксовая»	ОАО «Кузбассразрезуголь»	коксующиеся	3,0	март 2011
ОФ разреза «Барзасское товарищество», 2-я очередь	ЗАО «Стройсервис»	энергетические	1,5	март 2011
НОВЫЕ ПРОЕКТЫ				
ОФ «Матюшинская»	ЗАО «Стройсервис»	энергетические и коксующиеся	6,0	2011
ОФ «Бачатская-Энергетическая», 2-я очередь	ОАО «Кузбассразрезуголь»	энергетические	2,5	2011-2012
ОФ ш. № 12	ЗАО «Стройсервис»	коксующиеся	2,4	2013
ОФ «Сибиргинская»	«Южный Кузбасс»	энергетические и коксующиеся	8,0-12,0	2011-2013
ОФ «Бачатская энергетическая»	ОАО «Кузбассразрезуголь»	энергетические	3,0	2013-2014
ОФ Калтанского разреза	ОАО «Кузбассразрезуголь»	энергетические	3,0	2012-2013
ОФ Талдинского разреза	ОАО «Кузбассразрезуголь»	энергетические	3,0	2014-2015
2 ОФ	«Кузбасская топливная компания»	энергетические	6,5	2013
ОФ ш. Кыргайская	«Роса Кузбасса»	энергетические	3,0	2012
3 ОФ (ш. Котинская, ш. Полысаевская и Октябрьская)	СУЭК	энергетические	6,0	2015

В настоящее время переработка угля в Кемеровской области ведется на 35 обогатительных фабриках (ОФ) и 16 сортировочных установках. За первое десятилетие нового века в регионе было введено 11 ОФ, при этом с 2008 г., несмотря на кризис, заработало две фабрики. Еще две были запущены в начале 2011 года.

Сегодня практически каждый новый проект строительства шахты или разреза в Кузбассе реализуется в связке со строительством мощностей по обогащению. В последние годы фабрики проектируются и строятся очень быстро – за 11-16 месяцев, и многие виды проектных и строительных работ выполняются параллельно. Причем проекты фабрик нового времени радикально отличаются от гигантов прошлого с их огромными площадями гидроотвалов, трубами термических сушек, большой численностью персонала и расходами электро- и теплоэнергии. Сегодня становится стандартным подход к строительству фабрик, которые могут обогащать угли как энергетических, так и коксующихся марок (технологии позволяют перерабатывать угли различной категории обогатимости и при этом получать товарную продукцию заданного качества).

Вместе с тем доля новых современных мощностей не столь велика. Так, в Кемеровской области шесть ОФ имеют срок эксплуатации оборудования более 50 лет; семь – свыше 40 лет; еще шесть – от 30 до 15 лет. Можно сказать, что около 60% основного технологического оборудования полностью выработали свой ресурс, физически и морально устарели.

МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

Для обогащения угля применяется сортировка, сухое и мокрое обогащение. Мокрое обогащение угля основано на различии в плотности чистого угля (1,4 г/см^3 и менее), который почти всегда легче примесей (более 2,0 г/см^3) и поэтому держится у поверхности интенсивно перемешиваемой воды, тогда как более тяжелые примеси оседают.

Добытый уголь поступает на углеобогатительную фабрику, где происходит его сортировка по крупности и обогащение. В настоящее время широко применяют следующие методы обогащения угля:

– гравитационные –основанные на различной плотности угля и пустой породы;

– флотационные методы – основанные на различной смачиваемости минералов водой.

Гравитационный метод обогащения

К гравитационным процессам относятся: отсадка, обогащение в тяжелых средах и другие.

Гравитационные процессы осуществляются на аппаратах, называемых отсадочными машинами, суспензионными сепараторами, концентрационными столами. Их описание приводится в специальной литературе.

Отсадкой называется процесс разделения минеральных зерен по плотности в пульсирующем потоке воды.

В отсадочной машине вода поднимается через сито, на которое медленно поступает уголь. Товарный уголь уносится потоком. Расположенный ниже более загрязненный материал после выгрузки идет в отвал. Самые тяжелые примеси, главным образом мелкий пирит, проваливаются через отверстия сита в сборную емкость и механически выгружаются из нее.

Простейшая отсадочная машина (рис. 4.45) представляет собой прямоугольное в плане корыто, разделенное продольной вертикальной перегородкой, не доходящей до дна, на два отделения – отсадочное с горизонтальным решетом, на котором происходит разделение зерен, и поршневое, в котором движется поршень, создающий в отсадочном отделении пульсирующие потоки воды.

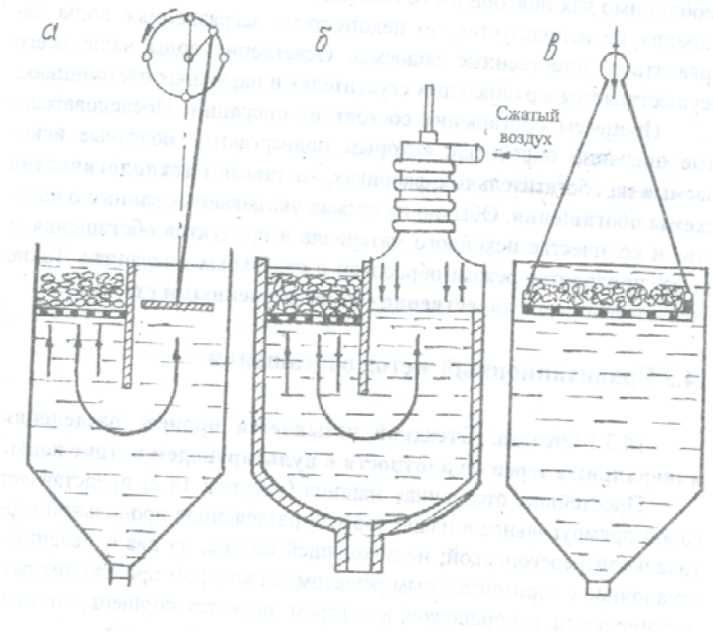


Рис. 4.45. Схемы отсадочных машин:
а) с неподвижным решетом; б) беспоршневая; в) с подвижным решетом.

Обогащение в тяжелых средах

В среде, плотность которой имеет промежуточное значение между плотностями ценных минералов и минералов пустой породы, минеральные зерна, плотность которых меньше плотности среды, будут всплывать, а более плотные будут тонуть. Это явление положено в основу процесса обогащения в тяжелых средах (водные растворы неорганических солей, органические жидкости, водные суспензии, воздушные суспензии-аэрозоли). В промышленности используются чаще водные суспензии с утяжелителями (галенит –

при флотации; магнезит, ферросилиций – при магнитной сепарации; кварцевый песок – при классификации, сгущении).

Флотационный метод обогащения основан на различной способности минералов удерживаться на границе раздела двух фаз, обусловленной различием удельных поверхностных энергий минералов.

Из всех разновидностей флотационного обогащения наибольшее распространение получил процесс пенной флотации, в котором для разделения минералов используется граница раздела «вода – воздух».

Энергично перемешиваемую пульпу, содержащую тонкие зерна измельченной руды, насыщают воздухом, распределяя его в объеме пульпы в виде большого числа воздушных пузырьков. Пузырьки воздуха, контактируя с жидкой фазой пульпы, создают границу раздела вода - воздух.

Минеральные зерна, не смачиваемые водой, при столкновении с воздушными пузырьками закрепляются на этой границе. Агрегат, состоящий из воздушного пузырька с закрепившейся на нем твердой частицей, имея плотность меньшую, чем плотность пульпы, всплывает на поверхность.

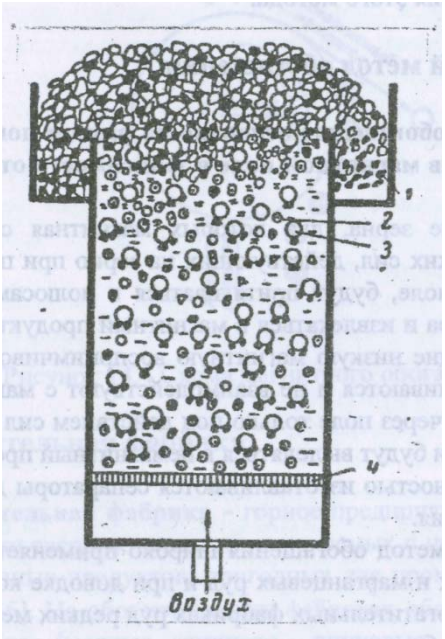


Рис. 4.46. Схема флотационного разделения минералов:
1 – минеральная частица, не смачиваемая водой; 2 – минеральная частица, смачиваемая водой; 3 – воздушный пузырек с закрепившейся частицей; 4 – пористая перегородка

Масса поднявшихся пузырьков образует на поверхности пульпы слой пены, которую легко можно отделить от пульпы. В пену извлекаются зерна минералов, которые водой не смачиваются. Зерна минералов, смачиваемых водой, к воздушным пузырькам не прилипают и остаются в объеме пульпы.

На рисунке 4.46 показана схема флотационного разделения минералов. В этом методе, используемом для обогащения мелкого угля, частицы угля, обработанные гидрофобным флотационным реагентом, захватываются воздушными пузырьками пены и всплывают с ними на поверхность. Пустая гидрофильная порода оседает на дне.

Отделение от воды осуществляется грохочением крупного угля, центрифугированием угля средней крупности и фильтрованием или сушкой мелкого.

Актуальные проблемы технологии обогащения угля

Одной из особенно острых, труднорешаемых в настоящее время проблем обогащения угля является *обезвоживание флотоконцентрата* и тонких шламов.

С одной стороны, добыча ведется высокопроизводительными механизированными комплексами, при этом в отбитом угле растет содержание мелких классов (30-40 %); с другой – поддержание товарной продукции на конкурентоспособном уровне требует особого отношения к содержанию влаги в конечном продукте. Из-за условий смерзаемости материала при транспортировке в зимний период для районов Сибири содержание влаги в каменных углях не должно превышать 8 %. В летний период допускается отгрузка угля с влажностью 9-10 %. Жесткие нормы влажности вынуждают уделять вопросам обезвоживания концентрата особое внимание. Технологию обезвоживания определяют свойства обрабатываемого материала. Водоудерживающая способность материала возрастает с уменьшением его крупности.

Крупный концентрат достаточно эффективно обезвоживается под действием гравитационных сил на грохотах, где достигается конечная влажность обезвоженного продукта 5-6 %.

Для обезвоживания мелкого концентрата гравитационных сил оказывается недостаточно, и его обезвоживают в две стадии – предварительное обезвоживание на грохотах или элеваторах с последующим центрифугированием обесшламленного материала в фильтрующих центрифугах.

Влажность обезвоженного материала после фильтрующих центрифуг обычно находится в пределах 8-10 % и зависит от количества оставшегося шлама. При эффективном обесшламливании в современных фильтрующих центрифугах влажность мелкого концентрата может быть доведена до 7 %.

Наиболее сложна *технология обезвоживания тонких классов* флотационного концентрата и шламов, которые после обогащения остаются в виде относительно устойчивой пульпы с содержанием твердого вещества 100–300 г/литр. На первой стадии разделения с целью повышения концентрации твердого вещества в пульпе и удаления основной массы воды производят сгущение с использованием гравитационных сил в аппаратах отстойного типа – радиальных сгустителях.

Во второй стадии обезвоживания наиболее широкое распространение получил способ фильтрования. При этом достигается высокая степень улавливания твердого вещества в обезвоженный продукт и обеспечивается стабильная работа водно-шламовой схемы с замкнутым циклом без использования наружных отстойников. Для обезвоживания угля преимущественное применение получили дисковые и, реже, барабанные вакуум-фильтры непрерывного действия. Недостатками этих машин являются: относительно низкая удельная производительность (100-300 кг/м^2) и высокая влажность обезвоженного продукта (23-28 %).

Последнее обуславливает необходимость применения третьей ступени обезвоживания – термической сушки для доведения влажности концентрата до товарной кондиции.

Термическая сушка – дорогостоящая (25-30 % от общих затрат на обогащение) и небезопасная операция технологического цикла. Кроме этого, несовершенная система пылеулавливания, включая мокрую очистку отработанных газов, служит источником дополнительных нагрузок на шламовое хозяйство, загрязнения атмосферы отработанными газами и образования антисанитарных зон в районах расположения обогатительных фабрик.

В связи с этим совершенствование технологии обезвоживания флотоконцентрата и шламов является одной из важнейших задач, решение которой позволит значительно сократить, а в ряде случаев полностью исключить термическую сушку концентрата на обогатительных фабриках.

ПРОИЗВОДСТВО КОКСА

Коксование – промышленный метод переработки природного топлива (главным образом каменного угля) путем нагревания до 950-1050 °С без доступа воздуха. Коксование углей протекает в несколько стадий:

1. При нагревании до 250 °С из угля испаряется влага и выделяются продукты разложения – CO и CO_2.

2. Затем (300 °С) выделяется небольшое количество легкой смолы, образующейся при расщеплении кислородных соединений, входящих в состав угля, так называемой пирогенетической влаги.

3. Приблизительно при 350 °С уголь размягчается, переходя в тестообразное, пластическое состояние. В расплаве происходит интенсивное разложение угля с выделением так называемых первичных продуктов (первичного газа и первичного дегтя), имеющих сложный состав.

4. Тяжелые углеродистые остатки от разложения угля спекаются при температуре около 500 °С, образуется твердый пористый продукт – полукокс.

5. При дальнейшем нагревании полукокс теряет остаточные летучие вещества, главным образом водород, и претерпевает усадку, вызывающую его растрескивание.

6. Выше 700 °С полукокс полностью превращается в кокс. Первичные продукты разложения, соприкасаясь с раскаленными стенками и сводом печи, а также с коксом, подвергаются пиролизу и превращаются во вторичные продукты. В составе газа преобладающим становится H_2 (50 % по объему) и CH_4 (25 % по объему), органические продукты ароматизируются. Вторичные продукты улавливаются и используются как ценное сырье для химической промышленности.

В коксовой печи коксование протекает послойно, причем температура слоев снижается от нагретых (выше 1000 °С) стенок печи к середине загрузки. Соответственно этому состав слоев (начиная от стенок) меняется в последовательности: кокс – полукокс – уголь в пластическом состоянии – сухой уголь – сырой уголь. Коксование считается законченным, когда все увеличивающиеся по толщине слои кокса сойдутся в середине печи.

К концу процесса, вследствие усадки, образовавшийся «коксовый пирог» оказывается разделенным пополам швом-разрывом, идущим параллельно стенкам камеры, а каждая половина «пирога» – расчлененной на более или менее крупные куски трещинами, проходящими перпендикулярно стенке. Коксование длится 13-18 часов. Готовый кокс выдается из печи коксовыталкивателем и поступает в тушильный вагон, где раскаленный кокс охлаждают (тушат) водой («мокрый» способ) или инертным газом («сухой» способ).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЯ

Сложилось общее мнение, что глубокая переработка углей – это получение синтезированного бензина. Однако в мире из угля получают более пятисот продуктов (рис. 4.47). Можно выделить два основных направления переработки углей по видам получаемой продукции – топливного и технологического назначения. Внедрение инновационных технологий в области переработки позволит извлекать наибольшее количество полезных компонентов из угольной массы, обеспечивая максимальную добавочную стоимость. Большинство экспертов едины во мнении, что и для России выгодно улучшить технологию добычи (чтобы меньше оставлять угля в пластах) и довести обогащение энергетических углей до 90-100 %, утилизировать шламы, оптимизировать процессы сжигания (пылеугольное сжигание, использование водоугольного топлива), а также более широко применять технологии газификации угля.

Наиболее рационально рассматривать создание перерабатывающих комплексов, которые будут выпускать широкую гамму продуктов, начиная от сортового угля, агломерированного твердого топлива, восстановителей, сорбентов, карбюризаторов, структурообразующих добавок в коксохимические шихты. Могут быть получены и жидкие продукты: фенолы, крезолы, ксиленолы, спрос на которые очень велик (это сырье для производства хай-тек-пластиков).

Актуальным для Кузбасса направлением переработки угля в среднесрочной перспективе является производство ультрачистого угля (зольностью менее 0,2 %). Он может стать основой для производства целого ряда технических углеродов и специальных сорбентов, включая медицинские. В Кузбассе также накоплен опыт по получению пористых материалов (кемерит) из угля или продуктов его переработки. Этот современный материал, которые делается по нанотехнологиям, для катализаторов и топливных элементов. Необходимо самим производить углеродные адсорбенты, которые идут на очистку воды и воздуха (они пока импортируются).

Сегодня можно говорить о нескольких проектах, получивших одобрение экспертного совета Кузбасского технопарка и заявленных к реализации. Так, уже объявлено о создании в Кузбассе энерготехнологических комплексов (ЭТК) по переработке угля и угольного отсева методом газификации с получением синтез-газа, тепловой и электрической энергии и массы других

продуктов углехимии. В 2010 г. многоотраслевое производственное объединение «Кузбасс» (МПО «Кузбасс») начало реализацию пилотного проекта по созданию комплекса «Серафимовский» с глубокой переработкой угля на месте добычи. В рамках проекта будут построены шахта, обогатительная фабрика (ОФ) и энерготехнологический угольный комплекс для получения из угля широкого перечня химической продукции. По самым оптимистическим прогнозам, завод, стоимость которого 1 млрд долларов, будет введен в эксплуатацию в 2015-2016 годах.

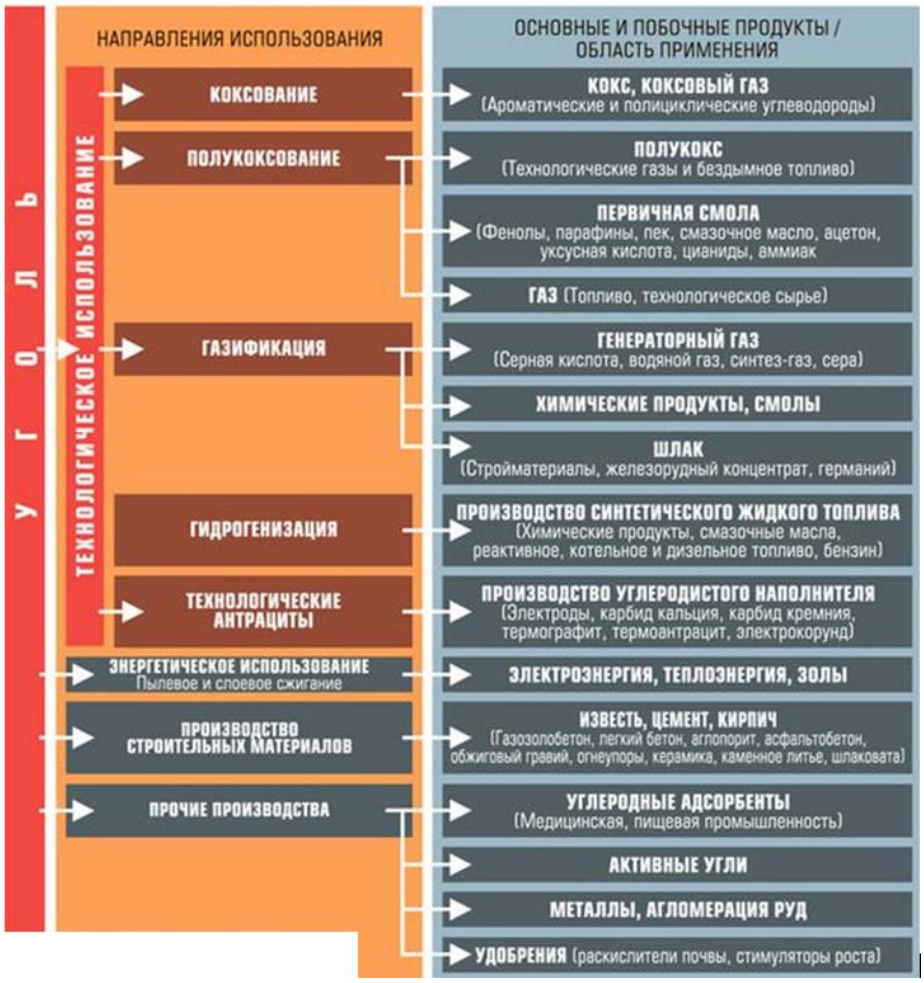


Рис. 4.47. Направления использования угля

В июле 2010 г. в Беловском районе был запущен в эксплуатацию разрез «Караканский – Западный», проектная мощность которого в 2011 г. составила 2 млн т угля в год. Промышленные запасы – 78 млн т, их хватит на 40 лет

беспрерывной работы. Здесь будет добываться энергетический уголь марки Д, который планируется поставлять для нужд энергетики и ЖКХ Кемеровской области и других регионов Сибири, а также на экспорт – до 60% (Польша, Корея, Китай, Украина, Румыния).

Разрез стал первым этапом строительства крупного комплекса, в состав которого войдут: шахта «Беловская» проектной мощностью 3 млн т угля (начало строительства – 2011 г.), причем она станет первой в Кузбассе, где еще до начала угледобычи будет проведена предварительная дегазация угольных пластов), ОФ по переработке 6 млн т угля, комплекс по производству термококса мощностью до 250 тыс. т в год, электростанция мощностью до 40 МВт, работающая на угле и горючем газе, а также система по улавливанию и захоронению углекислого газа. Здесь же будет построен завод строительных материалов, сырьем для которого станут отходы деятельности электростанции. Сейчас этот проект кемеровские власти смело называют «угольным Сколково». Общая сумма вложений в его реализацию может превысить 7,5 млрд рублей. Активно работает в инновационном направлении и СУЭК, владеющая не только угольными, но и энергетическими предприятиями. Недавно совместно с группой «Omega Minerals» на промплощадке Беловской ГРЭС, которая входит в состав подконтрольной СУЭК компании «Кузбассэнерго», было запущено в эксплуатацию предприятие по переработке золошлаковых отходов угольных электростанций. В создание уникального завода, который не будет производить отходов и использовать в своей работе химические реагенты, партнеры вложили 120 млн рублей. Проектная мощность – 10 тыс. т готовой продукции в год, причем она может быть увеличена до 18 тыс. т в течение ближайших двух лет.

4.3.5. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ, СВЯЗАННЫЕ С ДОБЫЧЕЙ УГЛЯ

С угледобычей связаны такие опасные факторы, как обрушение кровли и стенок горных выработок, угольная пыль, выделение метана и других вредных газов, образующихся в процессе разработки. Воздействие многих из опасных факторов может быть исключено или существенно ослаблено при точном выполнении горнорудных нормативов, требований охраны труда и правил техники безопасности.

Взрывоопасность. В угольных пластах выделяются разные газы: наиболее часто метан (CH_4), реже сероводород (H_2S) и углекислый газ (CO_2). Сами по себе эти газы редко оказываются причиной смерти или серьезных заболеваний. Исключение составляет взрывоопасный метан, правда, его взрывы происходят довольно редко. Для предупреждения взрывов метана и угольной пыли в угольных шахтах необходимо вести непрерывный контроль содержания метана в воздухе и обеспечивать удаление пыли из шахтных вен-

тиляционных каналов. Взрывоопасна также смесь воздуха с метаном и угольной пылью, которая легко воспламеняется. При взрыве выделяется много тепла и образуется высокотоксичный угарный газ (CO). Кроме того, за счет горения уменьшается содержание кислорода в воздухе шахты и образуется избыток углекислого газа. Это приводит к несчастным случаям, иногда со смертельным исходом.

Пожароопасность. Каменный уголь, особенно с высоким содержанием летучих компонентов, довольно легко возгорается, даже если еще находится в пласте. При его горении образуются оксиды углерода, газообразные соединения серы и легковоспламеняющиеся газообразные углеводороды. Из-за сильного нагревания при пожаре (и воздействия воды, которая иногда применяется в системах пожаротушения) породы кровли растрескиваются, и она обрушивается. Такие пожары могут приводить к гибели людей, главным образом вследствие обрушения кровли, удушья и взрывов образующихся газов. В настоящее время в основных вентиляционных каналах под землей монтируются специальные системы предупреждения пожаров, состоящие из детекторов оксида углерода или термодатчиков, связанных с компьютером через сеть, охватывающую все подземные выработки. Такая система позволяет обнаружить возгорание на самой ранней стадии. В выработанных шахтах остатки угля могут гореть годами, иногда даже необходима эвакуация жителей прилегающих населенных пунктов.

Профессиональные заболевания. Шахтеры-угольщики чаще других подвержены заболеваниям органов дыхания, связанным с вдыханием угольной пыли. Среди шахтеров, проработавших 15-20 лет под землей, распространены пневмокониозы (антракоз, или «черные легкие», силикоз и др.) и эмфизема легких. Силикоз легких, вызываемый вдыханием частиц диоксида кремния, чаще встречается у шахтеров, работающих на антрацитовых шахтах. У шахтеров встречаются также нистагм (судорожное подергивание глазного яблока, связанное с поражением центральной нервной системы) и некоторые грибковые заболевания. Статистические исследования профессиональных заболеваний шахтеров проводились в Великобритании, где была разработана модель влияния опасных факторов. В результате соблюдения установленной нормы содержания пыли в воздухе угольных шахт (не более 2 мг на 1 $м^3$ воздуха и не более 5 % SiO_2) число летальных исходов и случаев полной инвалидности шахтеров сведено к минимуму. В России разработаны и давно введены в действие нормы по различным вредным факторам.

Экологические последствия. Вследствие подземных горных работ может произойти оседание земной поверхности, которое можно предотвратить селективной выемкой угля, заполнением выработок пустой породой и другими материалами. Во многих странах действуют законы и федеральные программы по рекультивации местности после проведения горных работ, разработаны технологии заполнения выработанного пространства бытовыми и строительными отходами.

Если при проведении горных работ не выполняются горнорудные нормативы или требования по технике безопасности, возможны такие нежела-

тельные последствия, как подземные пожары, пожары в отвалах, загрязнение водосборных бассейнов водами, содержащими кислоты, металлы или взвешенные твердые вещества, а также оползни неустойчивых откосов. Во многих странах действует ряд законов, охватывающих практически все стороны разработки угольных месторождений и предусматривающих осуществление в ходе горных работ непрерывного контроля, исключающего возможность нежелательных экологических последствий.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Перспективы развития угледобычи в России определены в проекте энергетической стратегии России на период до 2030 г. (ЭС-2030), сохраняющей неизменными цели и главные принципы государственной энергетической политики. Реализация стратегии предусматривается в три этапа: 1-й – до 2013-2015 г., 2-й – до 2020-2022 г. и 3-й – до 2030 года. При этом 1-й этап связан с преодолением кризисных явлений в экономике и энергетике, 2-й – с общим повышением эффективности экономики и энергетики, а 3-й этап – с высокоэффективным использованием традиционных энергоресурсов.

На первом этапе реализации ЭС-2030 в угольной промышленности планируются: реализация комплекса программных мер по стабилизации ситуации в отрасли в условиях снижения объемов производства угля; завершение мероприятий по реструктуризации отрасли; техническое перевооружение и интенсификация угольного производства; дальнейшее увеличение объемов обогащения угля; снижение аварийности и травматизма на угледобывающих предприятиях; развитие экспортного потенциала отрасли.

На завершающем этапе реализации стратегии предусматривается обеспечить кардинальное повышение производительности труда в угольной отрасли при обеспечении мировых стандартов в области промышленной безопасности и охраны труда, экологической безопасности при добыче и обогащении угля; промышленное получение продуктов глубокой переработки угля (синтетическое жидкое топливо, этанол и т.п.) и сопутствующих ресурсов (метан, подземные воды, строительные материалы).

Согласно полученным прогнозным оценкам, к 2030 г. добыча угля сможет составить 425-470 млн т (рост на 30-44 %); охват обогащением каменных энергетических углей – 65-70 % (рост в 1,8 раза); экспорт угля, как ожидается, сохранится примерно на существующем уровне.

Месторождения

Дальнейшее развитие отрасли связано с освоением новых месторождений каменного угля. Это в первую очередь Эльгинское месторождение коксующегося угля в Республике Саха (Якутия), Элегестское и Межэгейское месторождения коксующегося угля в Республике Тыва, Ерунаковское и Менчерепское месторождения в Кузбассе (рис. 4.48).

Эльгинское угольное месторождение – крупнейшее в России месторождение каменного угля. Расположено в юго-восточной части Якутии, в 415 км к востоку от города Нерюнгри и в 300 км от Байкало-Амурской маги-

страли. Балансовые (доказанные) запасы угля составляют 2,7 млрд т, прогнозные – 30 млрд тонн. Лицензия на разработку северо-западного участка Эльгинского месторождения принадлежит ОАО «Якутуголь», в свою очередь принадлежащему российской металлургической компании «Мечел».

В рамках осуществления проекта по разработке утверждены планы по строительству железнодорожного пути необщего пользования протяженностью 320 км (с учетом 60 км, уже построенных ранее ОАО «РЖД»), который соединит месторождение с Дальневосточной железной дорогой (место примыкания – разъезд Улак, Амурская область). Общая стоимость начальной стадии освоения Эльги (включая строительство железнодорожной ветки) оценивается «Мечелом» в 1,6-1,8 млрд рублей.

Рис. 4.48. Перспективные угольные месторождения России

По состоянию на 1 января 2011 г. на подъездной железной дороге уложено 124 км пути, подготовлено под укладку более 120 км. На месторождении произведены вскрышные работы, добыт первый уголь (марка добытого угля Ж, группа 2Ж), но в связи с высокой стоимостью транспортировки автомобильным транспортом, перевозка отложена. Эльгинский уголь можно обогатить до высших мировых стандартов и получить экспортный коксующийся уголь высокого качества. Месторождение представлено мощными (до 17 метров) пологими пластами с перекрывающими отложениями небольшой мощности (коэффициент вскрыши – около 3 $м^3$ на тонну рядового угля), что очень выгодно для организации добычи открытым способом.

Элегестское месторождение (Республика Тыва) обладает запасами около 1 млрд т коксующегося угля дефицитной марки Ж (общий объем запа-

сов оценивается в 20 млрд т). 80 % запасов находится в одном пласте толщиной 6,4 м (лучшие шахты Кузбасса работают в пластах толщиной 2-3 м, в Воркуте уголь добывают из пластов меньше 1 м). После выхода на проектную мощность к 2012 г. на Элегесте ожидается добыча 12 млн т угля ежегодно. Лицензия на разработку элегестских углей принадлежит Енисейской промышленной компании, которая входит в структуру Объединенной промышленной корпорации (ОПК). Правительственная комиссия Российской Федерации по инвестиционным проектам 22 марта 2007 г. одобрила реализацию проектов по строительству железнодорожной линии «Кызыл – Курагино» в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тува.

Канско-Ачинский бассейн – угольный бассейн, расположенный на территории Красноярского края и частично в Кемеровской и Иркутской областях. Этот Центрально-Сибирский бассейн обладает наиболее значительными запасами энергетического бурого угля, добывающегося открытым способом. Общие запасы угля, подсчитанные на 1979 г., составляют 638 млрд т, из них пригодно для отработки открытым способом 142,9 млрд тонн. Балансовые запасы равны 72 млрд т, или 38 % общероссийских запасов угля. Мощность рабочих пластов от 15 до 100 м. В пределах бассейна известно около 30 угольных месторождений и семи угленосных площадей.

Ерунаковский угольный разрез расположен на геологическом участке «Ерунаковский – Южный» Ерунаковского месторождения, в юго-восточной части Ерунаковского геолого-экономического района. Угли относятся к маркам Г, ГЖ, используются в энергетике. Промплощадка разреза расположена в 50-55 км к востоку от крупнейших промышленных центров Кузбасса – городов Новокузнецка, Киселевска, Прокопьевска – на Ерунаковском каменноугольном месторождении. Добытый уголь транспортируется на угольный склад, примыкающий к железнодорожной станции Ерунаково. Для получения требуемых классов угля по крупности на складе построен дробильно-сортировочный комплекс производительностью 1 млн т в год. Выпускаются угли класса 0-50, 50-200 мм. Поставка угля осуществляется железнодорожным транспортом потребителям в зарубежные страны, страны СНГ и России, а также автомобильным транспортом. На внутреннем рынке добываемый уголь потребляется во всех экономических районах России – в Западной Сибири, непосредственно в Кузбассе, на Урале, Дальнем Востоке, Хабаровском крае. Экспортные поставки угля осуществляются в Великобританию, Польшу, Финляндию, Венгрию. С 2003 г. разрез именуется филиалом «Ерунаковский угольный разрез» ОАО «Угольной компании «Кузбассразрезуголь».

Менчерепское каменноугольное месторождение. Руководство Кемеровской области приступило к поиску инвесторов «Проекта создания энергоугольного кластера на базе Менчерепского каменноугольного месторождения». Предложения по разработке запасов Менчерепского месторождения (Беловский район) подготовил кемеровский проектный институт «Кузбассгипрошахт». Проект предусматривает строительство двух шахт годовой мощностью по 9 млн т каждая, угольного разреза на 4 млн т, обогатительной фабрики по переработке 22 млн т угля в год. Часть обогащенного угля, а также

отходов обогащения предполагается сжигать на электростанции мощностью 1200 МВт, часть угля и отходов (9,2 млн т в год) – перерабатывать г. в Ленинске-Кузнецком на энерготехнологическом комплексе. Уголь при этом должен подвергаться термической переработке с получением полукокса и газа. Кроме того, рядом с угольным разрезом планируется возвести углехимический комбинат. Из газа предусмотрено выпускать метанол, бензол, диметиловый спирт, пек, синтетическое моторное топливо. На рынок планируется отправлять 6 млн. т обогащенного угля, на отходах газификации угля и тепловой электростанции должен работать завод строительных материалов. Всего на предприятиях комплекса должно быть занято 8,23 тыс. человек. По оценке Администрации Кемеровской области, стоимость проекта составляет 70 млрд руб., срок его окупаемости – восемь лет.

Контрольные вопросы

1. *Дайте определение угольной промышленности.*
2. *Какова динамика добычи угля в России, в Кузбассе в 2001-2010 гг?*
3. *Какие в России разведанные запасы угля (в млрд т)?*
4. *Какая угольная компания в России больше всех добыла угля в 2009 г.?*
5. *Что такое уголь и какие виды углей различают?*
6. *Изложите гипотезу происхождения угля.*
7. *Перечислите способы добычи угля.*
8. *Назовите технологические процессы при подземном способе добычи угля.*
9. *Какие бывают схемы вскрытия шахтного поля?*
10. *Какими способами осуществляют проведение горных выработок?*
11. *Что такое очистные работы, очистная выемка?*
12. *Перечислите способы проведения очистной выемки.*
13. *Изложите технологию проведения очистной выемки при помощи очистного комбайна.*
14. *Перечислите способы управления кровлей при очистной выемке и раскройте их суть.*
15. *В чем суть гидравлической очистной выемки?*
16. *Изложите технологию добычи угля открытым способом.*
17. *Изложите технологию обогащения угля гравитационным способом.*
18. *Изложите технологию обогащения угля флотационным способом.*
19. *Изложите технологию производства кокса.*
20. *Перечислите и раскройте опасные факторы, связанные с добычей угля.*
21. *В каком документе сформулированы перспективы развития угольной промышленности России до 2030 года?*
22. *Какие перспективы развития Менчерепского угольного месторождения в Кузбассе?*

4.4. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА РОССИИ

4.4.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Электроэнергетика – отрасль промышленности, занимающаяся производством электроэнергии на электростанциях и передачей ее потребителям, является также одной из базовых отраслей тяжелой промышленности.

Энергетика является основой развития производственных сил в любом государстве. Энергетика обеспечивает бесперебойную работу промышленности, сельского хозяйства, транспорта, коммунальных хозяйств. Стабильное развитие экономики невозможно без постоянно развивающейся энергетики.

Значение электроэнергетики в экономике России трудно переоценить – это основа всей современной жизни.

Выработка электроэнергии в России в 2010 году составила 1025,0 млрд кВт•ч, что на 4,4 % больше, чем в 2009 г. (рис. 4.49).

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ЕЭС России в 2010 г. несли (рис. 4.50) тепловые электростанции (ТЭС), выработка которых составила 633,5 млрд кВт•ч, что на 7,6 % больше, чем в 2009 году. Выработка ГЭС за 2010 г. уменьшилась на 4,8 % по сравнению с 2009 г. и составила 161,1 млрд кВт•ч. Атомными электростанциями в 2010 г. выработано 174,3 млрд кВт•ч, что на 4,2 % больше объема электроэнергии, выработанной в 2009 году. Электростанции промышленных предприятий (ЭПП) за 2010 г. выработали 56,1 млрд кВт•ч (на 2,2 % больше, чем в 2009 г.).

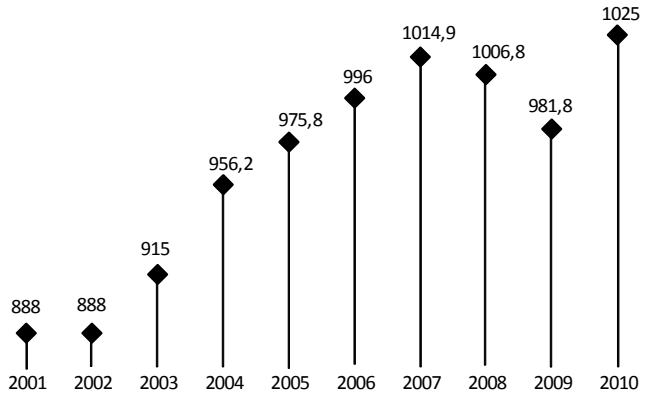


Рис. 4.49. Динамика выработки электроэнергии в России в 2001-2010 гг., млрд квт•ч

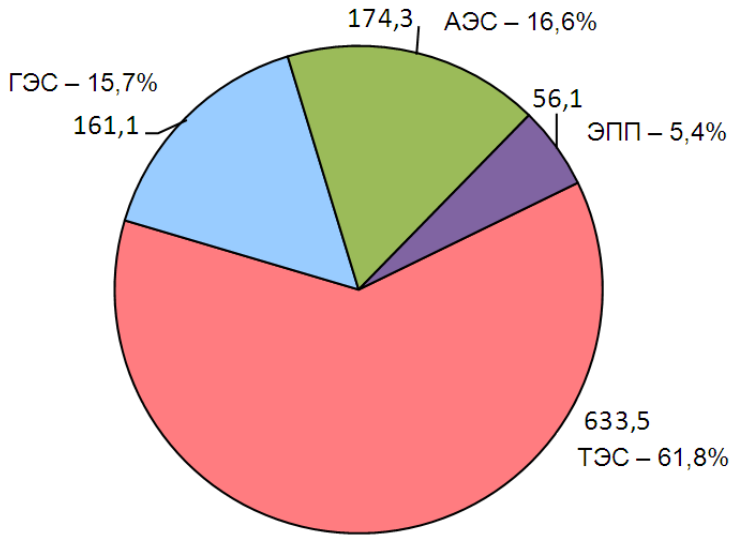


Рис. 4.50. Выработка электроэнергии в России в 2010 году (млрд. квт.*ч)

Атомные электростанции

В 1954 г. в г. Обнинске Калужской области состоялся пуск первой в мире атомной электростанции. Обнинская АЭС была совсем небольшой – ее мощность не превышала 5 МВт, однако это был настоящий прорыв в мировой науке и технике.

Ныне атомные электростанции вносят значительный вклад в энергобаланс как России, так и всего мира. В частности, во Франции (абсолютном лидере среди развитых стран) на них вырабатывается почти 78 % всей производимой в стране электроэнергии, в США – 17,4 %, в Германии – 30,3 %, в Великобритании – 27,3 %, а общая доля АЭС в энергобалансе мира составляет около 16 % (данные на 2007 г.). Несмотря на дороговизну строительства объектов атомной энергетики (так, затраты на возведение одной АЭС ныне составляют 2-3 млрд долларов), в перспективе производство на них электроэнергии является достаточно коммерчески выгодным, тем более что вырабатываемое на них электричество является наиболее дешевым.

После чернобыльской катастрофы во всех странах мира, обладавших атомными электростанциями, развитие соответствующих программ было заморожено. Показательно, однако, что многие государства, на тот момент обладающие атомной энергетикой (за исключением Италии, где, впрочем, в настоящее время от этой политики отказались, и в Германии, где в 2000 г. было принято решение о ликвидации к 2025 г. всех существующих в стране АЭС), не решились свернуть уже существующие объекты. Прекратился ввод в строй новых мощностей, начатое строительство было приостановлено, а первостепенное внимание стало уделяться проблеме безопасности АЭС, но полностью

ликвидировать атомную отрасль все же не решились. К середине второй половине 1990-х годов падение цен на углеводороды прекратилось, и начался их постепенный рост.

Советский атомпром работал стабильно. Однако в 1990-е гг. ситуация резко изменилась. К счастью, безответственная приватизация, отделяя элементы, приносящие наиболее быстрый и гарантированный доход, не коснулась собственно АЭС. Однако она в полной мере затронула атомное энергетическое машиностроение. Так, к 2003 г. компания «Силовые машины», объединявшая такие гиганты советской индустрии, как Ленинградский металлический завод, завод «Электросила», Калужский турбинный завод, завод «Реостат» и др., была поделена между двумя основными акционерами – немецкой фирмой «Сименс» и «Бурбот Лимитед», оффшорной структурой, за которой стоял «Интеррос». В 2004 г. последний был уже совсем готов продать свою долю акций немецкому партнеру (он же один из основных конкурентов), что могло иметь драматические последствия, и лишь вмешательство государства предотвратило реализацию этих планов. В настоящее время крупнейшим акционером компании является кипрская «Хайстат Лимитед».

Еще более трагичной оказалась судьба знаменитого «Атоммаша» – уникального предприятия, в 1993 г. распроданного по частям. В 1995 г. оно было признано банкротом, и новый владелец перепрофилировал его на выпуск продукции для металлургии и нефтегазового комплекса. Правда, ныне частично завод вернулся к прежней номенклатуре изделий – реакторам и комплектному оборудованию для АЭС. Но полностью проблема не решена до сих пор, что создает существенные трудности для отрасли: один реактор получается изготовить не быстрее, чем за три года (да и то с использованием импортного оборудования и комплектующих), что в корне противоречит стратегически важной задаче строительства 40 энергоблоков за ближайшие 20 лет (впрочем, и эта программа является минимальной: на самом деле ежегодно необходимо вводить в строй по 3-4 энергоблока).

В то время как в России 1990-х гг. атомная энергетика стремительно «растаскивалась», за рубежом, пережив фазу вынужденного затишья после Чернобыля, она стала быстро и успешно развиваться. Ныне в развитых странах реализуются масштабные программы строительства АЭС. Так, в Финляндии возводится пятый (и крупнейший) реактор, который должен быть сдан в эксплуатацию в 2012 г., во Франции – третий энергоблок АЭС «Фламанвилль», в Японии – энергоблоки № 3 АЭС «Томари» и № 3 АЭС «Симане». Великобритания и США идут по пути наращивания мощностей уже существующих реакторов и разрабатывают программы строительства новых.

Но особую активность проявляют новые индустриальные державы Азии – в Китае, Индии и Южной Корее в настоящее время строятся 20 новых реакторов.

Отрасль находится в состоянии постоянных изменений, в том числе в России. В дополнение к 31 существующему реактору разных типов в настоящее время сооружаются новые энергоблоки: № 2 Волгодонской АЭС, № 4 Белоярской, № 4 Калининской, № 5 Курской, № 5 Балаковской АЭС и др.

Что же касается проблемы обеспечения безопасности, столь актуальной после Чернобыля, то в этом направлении сделано очень много, в том числе в России. АЭС проектируются с учетом всех возможных внешних воздействий – метеорологических, сейсмических, гидрологических и др., вплоть до террористических угроз. Тщательно подбирается персонал объектов, жестко контролируется производственная дисциплина, принципы которой четко соответствуют рекомендациям Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Сегодня уже ясно: в обозримой перспективе АЭС заменить нечем, остается только привыкать жить в мире, где все большая доля электроэнергии производится мирным атомом.

Гидроэлектростанции

В советский период развития энергетики упор делался на особую роль единого народнохозяйственного плана электрификации страны – ГОЭЛРО (государственный план электрификации России), который был утвержден 22 декабря 1920 года. Этот день был объявлен в СССР профессиональным праздником – Днем энергетика.

На ближайшие годы (до 1930-х гг.) намечалось сооружение ГЭС мощностью 950 тыс. кВт, однако в последующем было запланировано сооружение десяти ГЭС общей рабочей мощностью первых очередей 535 тыс. кВт.

Первой гидроэлектростанцией в России была Березовская (Зыряновская) ГЭС, построенная в Рудном Алтае на реке Березовка (приток р. Бухтармы) в 1892 году. Она была четырехтурбинной общей мощностью 200 кВт и предназначалась для обеспечения электричеством шахтного водоотлива из Зыряновского рудника.

На роль первой также претендует Ныгринская ГЭС, которая появилась в Иркутской губернии на реке Ныгри (приток р. Вачи) в 1896 году. Энергетическое оборудование станции состояло из двух турбин с общим горизонтальным валом, вращавшим три динамо-машины мощностью по 100 кВт. Первичное напряжение преобразовывалось четырьмя трансформаторами трехфазного тока до 10 кВ и передавалось по двум высоковольтным линиям на соседние прииски. Это были первые в России высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП). Одну линию (длиной 9 км) проложили через гольцы к прииску Негаданному, другую (14 км) – вверх по долине Ныгри до устья ключа Сухой Лог, где в те годы действовал прииск Ивановский. На приисках напряжение трансформировалось до 220 В. Благодаря электроэнергии Ныгринской ГЭС, в шахтах установили электрические подъемники. Кроме того, электрифицировали приисковую железную дорогу, служившую для вывоза отработанной породы, которая стала первой в России электрифицированной железной дорогой.

Гидроэнергетика в мире

На 2006 г. гидроэнергетика обеспечивает производство до 88 % возобновляемой и до 20 % всей электроэнергии в мире, установленная гидроэнергетическая мощность достигает 777 ГВт.

Абсолютным лидером по выработке гидроэнергии на душу населения является Исландия. Кроме нее, этот показатель наиболее высок в Норвегии

(доля ГЭС в суммарной выработке 98 %), Канаде и Швеции. В Парагвае 100 % производимой энергии вырабатывается на гидроэлектростанциях.

Наиболее активное гидростроительство на начало 2000-х ведет Китай, для которого гидроэнергия является основным потенциальным источником энергии. В этой стране размещено до половины малых гидроэлектростанций мира, а также крупнейшая ГЭС мира «Три ущелья» (табл. 4.10) на р. Янцзы и строящийся крупнейший по мощности каскад ГЭС. Еще более крупная ГЭС «Гранд Инга» мощностью 39 ГВт планируется к сооружению международным консорциумом на р. Конго в Демократической Республике Конго (бывший Заир).

Таблица 4.10

Крупнейшие ГЭС в мире

Наименование	Мощность, ГВт	Среднегодовая выработка, млрд кВт•ч	География
«Три ущелья»	22,4	100,0	р. Янцзы, г. Сандоупин, Китай
Итайпу	14,0	100,0	р. Парана, г. Фос-ду-Игуаси, Бразилия/Парагвай
Гури	10,3	40,0	р. Карони, Венесуэла
Саяно-Шушенская ГЭС	6,4	35,5	р. Енисей, Россия
Черчилл-Фолс	5,43	35,0	р. Черчилл, Канада
Тукуруи	8,3	21,0	р. Токантинс, Бразилия

Преимущества: использование возобновляемой энергии; очень дешевая электроэнергия; работа не сопровождается вредными выбросами в атмосферу; быстрый (относительно ТЭЦ/ТЭС) выход на режим выдачи рабочей мощности после включения станции.

Недостатки: затопление пахотных земель; строительство ведется там, где есть большие запасы энергии воды; на горных реках есть опасность из-за высокой сейсмичности районов.

Крупнейшие аварии и происшествия

Крупнейшей аварией за всю историю ГЭС является прорыв плотины китайского водохранилища Банкяо в 1975 году. Число погибших более 170 тыс. человек, пострадало 11 млн человек.

17 мая 1943 г. – подрыв британскими войсками плотин на реках Мёне (водохранилище Мёнезее) и Эдер (водохранилище Эдерзее), повлекшие за собой гибель 1268 человек, в том числе около 700 советских военнопленных.

9 октября 1963 г. – одна из крупнейших гидротехнических аварий на плотине Вайонт в северной Италии.

В ночь на 11 февраля 2005 г. в провинции Белуджистан на юго-западе Пакистана из-за мощных ливней произошел прорыв 150-метровой плотины

ГЭС у г. Пасни. В результате было затоплено несколько деревень, более 135 человек погибли.

5 октября 2007 г. на р. Чу во вьетнамской провинции Тханьхоа после резкого подъема уровня воды прорвало плотину строящейся ГЭС Кыадат. В зоне затопления оказалось около 5 тыс. домов, 35 человек погибли.

17 августа 2009 г. – крупная авария на Саяно-Шушенской ГЭС (Саяно-Шушенская ГЭС – самая мощная электростанция России). В результате аварии погибло 75 человек, оборудованию и помещениям станции был нанесен серьезный ущерб.

Теплоэлектростанции

Теплоэлектростанции применяются как основные источники тепла и электроэнергии. В мощных теплоэлектростанциях используются турбины – турбогенераторы, работающие на тяжелом топливе или газе. Теплоэлектростанции малой и средней мощности создаются на основе газопоршневых или газотурбинных силовых установок. Во всем мире растет популярность теплолоэлектростанций, использующих биотопливо.

Силовые агрегаты теплоэлектростанции выделяют большое количество тепла, и для их охлаждения используются различные жидкости. В теплоэлектростанциях на пути охлаждающей жидкости устанавливается теплообменник, в котором охлаждающая двигатель жидкость отдает большую часть своего тепла другой жидкости – теплоносителю. В качестве теплоносителя обычно используется вода, принудительное перемещение которой по отопительной системе обеспечивают циркуляционные насосы.

Установка теплообменников более чем, в два раза повышает общий КПД теплоэлектростанции по сравнению с обычной электростанцией такой же мощности – коэффициент использования энергии достигает 90 %. Без использования тепла на производство электричества идет лишь 22-43 % энергии, остальное составляют потери.

4.4.2. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Принципы централизации выработки электроэнергии и концентрации генерирующих мощностей на крупных районных электростанциях были заложены еще при реализации плана ГОЭЛРО. Развитие электроэнергетики СССР в 1930-е гг. характеризовалось началом формирования энергосистем. По сегодняшний день электроэнергетика России развивается как Единая энергетическая система.

Единая энергетическая система России (**ЕЭС России**) – совокупность объединенных энергосистем (ОЭС), соединенных межсистемными связями, охватывающая значительную часть территории страны при общем режиме работы и имеющая диспетчерское управление.

1 июля 2008 г. завершилась реорганизация крупнейшего участника энергетической отрасли, существовавшего в период плановой экономики, –

РАО «ЕЭС России». Его структура совмещала в себе все виды деятельности в энергетике (от передачи электрической энергии до оперативно-диспетчерского управления) и была призвана обеспечивать функционирование и развитие Единой энергетической системы в целом.

1 июля 2008 г. организационная структура изменилась, а РАО «ЕЭС России» прекратила свое существование в качестве юридического лица. Современная структура электроэнергетики России представлена на рис. 4.51 (по состоянию на 1 января 2009 г.).

Сфера конкуренции:

1. Генерация (производство электрической энергии):
   – атомные электростанции (10 шт.);
   – «РусГидро»;
   – Тепло ОГК (тепловые оптовые генерирующие компании) (6 шт.);
   – ТГК (территориальные генерирующие компании) (14 шт.);
   – прочие генерирующие компании.
2. Сбытовые компании.
3. Ремонтные сервисные компании.
4. Дальневосточная энергетическая компания.
5. Изолированные АО-энерго.

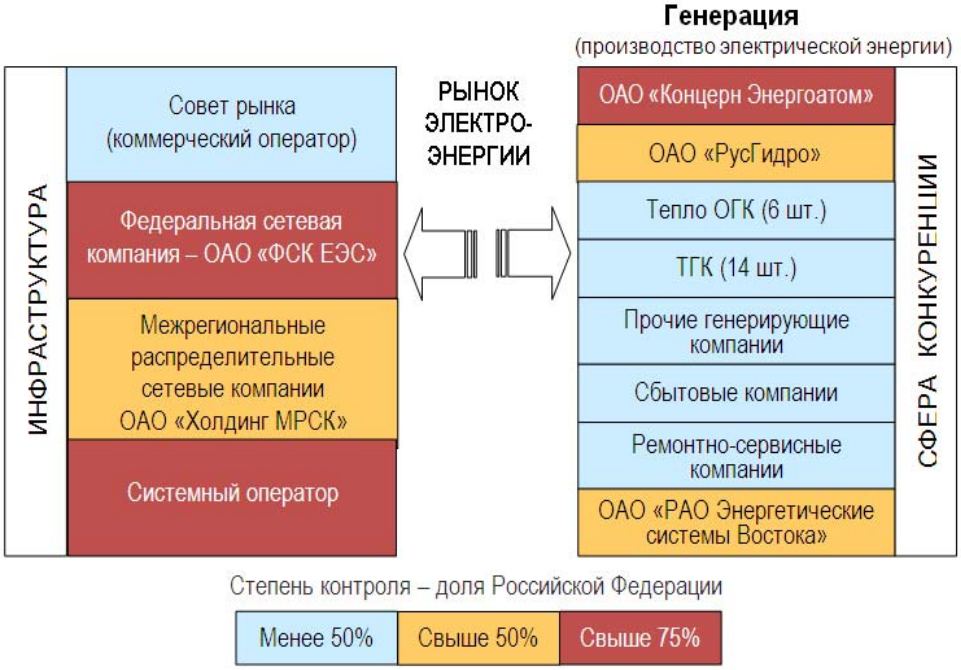


Рис. 4.51. Организационная структура электроэнергетики России

Генерация (производство электрической энергии)

ОАО «Концерн Энергоатом», объединяющее 10 атомных станций России (31 энергоблок) (табл. 4.11) установленной мощностью 23,2 ГВт. 100 % акций принадлежат государству. К перечисленным АЭС можно отнести плавучие атомные теплоэлектростанции, одна из них находится в стадии строительства – это Северодвинская ПАТЭС, а две: Певекская ПАТЭС и Вилючинская ПАТЭС – в стадии проектирования.

Таблица 4.11

Атомные электростанции, входящие в состав ОАО «Концерн Энергоатом»

№ п/п	Наименование	Мощн., Мвт	Место нахождения
1	Балаковская АЭС	4000	Приволжский федеральный округ
2	Белоярская АЭС им. И.В. Курчатова	600	На среднем Урале
3	Билибинская АЭС	48	В центре Чукотки
4	Ростовская (Волгодонская АЭС)	2000	г. Волгодонск, Ростовская обл.
5	Калининская АЭС	3000	г. Удомля, Тверская обл.
6	Кольская АЭС	1760	г. Полярные зори, Мурманская обл.
7	Курская АЭС	4000	г. Курчатов, Курская обл.
8	Ленинградская АЭС	4000	Южный берег Финского залива
9	Нововоронежская АЭС	1880	г. Нововоронежск, Воронежская обл.
10	Смоленская АЭС	3000	г. Десногорск, Смоленская обл.

ОАО «Русгидро» – российская энергетическая компания, владелец большинства гидроэлектростанций страны, крупнейшая российская генерирующая компания по установленной мощности станций и вторая в мире по установленной мощности среди гидрогенерирующих компаний (после канадской «Hydro-Québec»). Штаб-квартира компании – в Москве. В состав ОАО «Русгидро» входят следующие (табл. 4.12) филиалы (всего 20). На 1 января 2009 г. установленная мощность компании составляла 25,3 ГВт.

Доля ОАО «Русгидро» на оптовом рынке электрической энергии по установленной мощности составляет порядка 12 %. ОАО «Русгидро» является лидером в производстве энергии на базе возобновляемых источников энергии, развивает генерацию на основе водных потоков и морских приливов, ветра и геотермальной энергии.

Доля акций, принадлежащих Российской Федерации (в лице Федерального агентства по управлению государственным имуществом), составляет 60,37 %, доля миноритарных акционеров – 39,63 %.

Таблица 4.12

Филиалы ОАО «РусГидро»

№ п/п	Наименование	Мощн., Гвт	Место нахождения
1	Саяно-Шушенская ГЭС им. П.С. Непорожнего	6,4	р. Енисей, г. Саяногорск
2	Волжская ГЭС	2,55	р. Волга, г. Волжский
3	Жигулевская ГЭС	2,32	р. Волга, г. Жигулевск
4	Бурейская ГЭС	2,01	р. Бурея, пос. Талакан
5	Дагестанский филиал – Кол. ГЭС-11	1,4	Республика Дагестан
6	Чебоксарская ГЭС	1,4	р. Волга, г. Новочебоксарск
7	Зейская ГЭС	1,33	р. Зея, г. Зея
8	Саратовская ГЭС	1,27	р. Волга, г. Балаково Саратовской области
9	Загорская ГАЭС	1,2	р. Кунья, пос. Богородское
10	Воткинская ГЭС	1,02	р. Кама, г. Чайковский, Пермский край
11	Камская ГЭС	0,52	р. Кама, г. Пермь
12	Нижегородская ГЭС	0,52	р. Волга, г. Городец Нижегорской области
13	Каскад Верхневолжских ГЭС (две ГЭС: Рыбинская и Угличская)	0,46	р. Волга
14	Каскад Кубанских ГЭС – Состав: ГЭС – 8 шт. и ГАЭС – 1 шт.	0,46	р. Кубань
15	Новосибирская ГЭС	0,46	р. Обь, г. Новосибирск
16	Ирганайская ГЭС	0,4	р. Аварское Койсу в Дагестане, п. Шамилькала (Светогорск)
17	Карачаево-Черкесский филиал	0,16	Карачаево-Черкесская Республика
18	Кабардино-Балкарский филиал – Кол. ГЭС - 6	0,09	Кабардино-Балкарская Республика
19	Северо-Осетинский филиал – 5 ГЭС	0,078	Северо-Осетинская Республика
20	Корпоративный университет гидроэнергетики	-	г. Москва, Волжский учебный центр (г. Волжский, Волжская ГЭС), Саяно-Шушенский учебный центр (Республика Хакасия, п. Черемушки, Саяно-Шушенская ГЭС)

ТеплоОГК

Генерирующие компании оптового рынка электроэнергии (оптовые генерирующие компании (ОГК – всего 6) (табл. 4.13).

Таблица 4.13

Тепловые оптовые генерирующие компании РФ

Наименование	Мощн. Гвт.	Электростанции, входящие в ОГК	Распределение уставного капитала (на 01.01.2009 г.)
ОАО «ОГК-1»	9,5	Пермская ГРЭС, Верхнетагильская ГРЭС, Каширская ГРЭС, Уренгойская ГРЭС, Ириклинская ГРЭС	43 % – ОАО «ФСК ЕЭС», 23 % – ОАО «Русгидро», 34 % – миноритарные акционеры
ОАО «ОГК-2»	8,7	Псковская ГРЭС, Серовская ГРЭС, Ставропольская ГРЭС, Сургутская ГРЭС-1, Троицкая ГРЭС	47,2 % – ООО «Депозитарные и корпоративные технологии»; 12,8 % – ЗАО «Газэнергопромбанк»
ОАО «ОГК-3»	8,4	Гусиноозерская ГРЭС, Печорская ГРЭС, Костромская ГРЭС, Харанорская ГРЭС, Черепетская ГРЭС, Южноуральская ГРЭС	60,15 % – ОАО «ГМК «Норильский никель»
ОАО «ОГК-4»	8,63	Сургутская ГРЭС-2, Березовская ГРЭС, Шатурская ГРЭС, Смоленская ГРЭС, Яйвинская ГРЭС	76,09 % – энергетическому концерну «E.ON» (Германия); остальные акции принадлежат миноритарным акционерам
ОАО «ОГК-5»	8,67	Конаковская ГРЭС, Невинномысская ГРЭС, Среднеуральская ГРЭС, Рефтинская ГРЭС	26,43 % – РФ, 55,78 % – энергетическому концерну «Enel Investment B.V.» (Италия), 17,79 % – миноритарным акционерам
ОАО «ОГК-6»	9,5	Новочеркасская ГРЭС, Киришская ГРЭС, Рязанская ГРЭС, Красноярская ГРЭС-2, Череповецкая ГРЭС, ГРЭС-24	55,84 % – ООО «Депозитарные и корпоративные технологии», 17,12 % – ЗАО «Газэнергопромбанк»; остальные – миноритарным акционерам

ОГК созданы в форме открытых акционерных обществ, которые являются тепловыми электростанциями и построены по экстерриториальному принципу (в одну ОГК входят тепловые электростанции федерального значения, расположенные в различных регионах России).

ТГК

Территориальные генерирующие компании (всего 14) созданы в форме открытых акционерных обществ (табл. 4.14). Активы ТГК объединяют, как правило, станции соседних регионов, которые производят как электрическую, так и тепловую энергию.

Таблица 4.14

Территориальные генерирующие компании РФ

Наименование	Мощн. Гвт.	В каких регионах РФ располагаются генерирующие активы
ОАО «ТГК-1»	6,3	Санкт-Петербург, Республика Карелия, Ленинградская и Мурманская области
ОАО «ТГК-2»	2,6	Архангельская, Вологодская, Костромская, Новгородская, Тверская и Ярославская область
ОАО «ТГК-3»	11,5	ОАО «Мосэнерго»(17 электростанций), Москва, Московская область
ОАО «ТГК-4»	3,4	Белгородская, Брянская, Воронежская, Калужская, Курская, Липецкая, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская, Тульская области
ОАО «ТГК-5»	2,5	Кировская область, Удмуртская и Чувашская республики, Республика Марий Эл
ОАО «ТГК-6»	3,1	Владимирская, Ивановская, Нижегородская, Пензенская область и Республика Мордовия
ОАО «ТГК-7»	6,9	Самарская, Саратовская, Оренбургская и Ульяновская области
ОАО «ТГК-8»	3,6	Астраханская, Волгоградская, Ростовская области, Краснодарский и Ставропольский краи, а также Республика Дагестан
ОАО «ТГК-9»	3,3	Свердловская область, Пермский край и Республика Коми
ОАО «ТГК-10»	2,8	Тюменская и Челябинская области, а также 49 % уставного капитала ОАО «Курганская генерирующая компания»
ОАО «ТГК-11»	3,6	Омская и Томская области
ОАО «ТГК-12»	4,4	Кемеровская область и Алтайский край
ОАО «ТГК-13»	2,5	Красноярский край и Республика Хакасия
ОАО «ТГК-14»	0,6	Забайкальский край и Республика Бурятия

Прочие генерирующие компании

Прочие генерирующие компании, по данным Совета рынка, составляют 21 единицу. Установленная электрическая мощность – 33,4 ГВт.

Сбытовые компании

Сбытовые компании, в том числе:

– гарантирующие поставщики, зона деятельности которых определяется границами субъекта РФ (это компании на базе реорганизованных АО-энерго), – 68;

– гарантирующие поставщики (прочие) – 40;

– энергосбытовые компании (независимые) – 55.

Необходимо отметить следующее: в рамках реорганизации РАО «ЕЭС России» было создано ОАО «Интер РАО ЕЭС», в состав которого вошел ряд энергетических компаний. Установленная мощность составляет 8 ГВт.

Ремонтные и сервисные компании

В ходе реформы ремонтные и сервисные компании были выделены из состава АО-энерго в самостоятельные организации, акции которых были проданы на аукционах. Присутствуют практически в каждом субъекте Российской Федерации.

ОАО «РАО Энергетические системы Востока» и его ДЭО (Дальневосточное энергетическое объединение) представляют собой энергохолдинг, оперирующий во всех регионах Дальневосточного федерального округа. 52 % акций компании принадлежит Российской Федерации, 47 % – миноритарным акционерам.

ОАО «РАО ЭС Востока» на момент создания владеет пакетами акций дальневосточных энергокомпаний, таких как в табл. 4.15.

Таблица 4.15

Состав компании ОАО «РАО ЭС Востока»

№ п/п	Наименование	Мощность, Гвт
1	ОАО «ДГК»	5,85
2	ОАО АК «Якутскэнерго»	1,5
3	ОАО «Чукотскэнерго»	0,12
4	ОАО «Камчатскэнерго»	0,5
5	ОАО «Магаданэнерго»	0,32
6	ОАО «Сахалинэнерго»	0,53

Также в ОАО «РАО ЭС Востока» входят ОАО «Передвижная энергетика» и ряд энергосбытовых и непрофильных компаний. Установленная мощность электростанций дальневосточных энергокомпаний, входящих в состав ОАО «РАО ЭС Востока», составляет 8,8 ГВт, и по этому показателю холдинг занимает шестое место в России. В 2008 г. компании холдинга произвели 28,73 млрд кВт•ч электроэнергии и 30,26 млн Гкал теплоэнергии. Общая протяженность электрических сетей, принадлежащих энергосистемам Дальнего Востока, составляет около 90 тыс. километров. Среди важнейших задач холдинга – обеспечение надежности работы оборудования, а также своевременное и качественное энергоснабжение потребителей региона.

Инфраструктура рынка электрической энергии

1. **Совет рынка (коммерческий оператор)**. Организации, обеспечивающие функционирование коммерческой инфраструктуры оптового рынка:

– саморегулирующая организация – некоммерческое партнерство «Совет рынка по организации эффективной системы оптовой и розничной торговли электрической энергией и мощностью»;

– коммерческий оператор оптового рынка – с 1 апреля 2008 г. ОАО «Администратор торговой системы оптового рынка» (ОАО «АТС») – 100%-е дочернее предприятие Совета рынка.

2. **Федеральная сетевая компания – ОАО «ФСК ЕЭС»**. Организация по управлению единой национальной (общероссийской) электрической сетью – ОАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ОАО «ФСК ЕЭС»), которая состоит из 8-ми филиалов (магистральные электрические сети Волги, Востока, Западной Сибири, Северо-Запада, Сибири, Урала, Центра, Юга). В результате реорганизации доля акций ОАО «ФСК ЕЭС», принадлежащих Российской Федерации, составила 77,66 %, 22,34 % – доля миноритарных акционеров.

3. **Межрегиональные распределительные сетевые компании**

ОАО «Холдинг МРСК». МРСК объединены в ходе реформы в ОАО «Холдинг МРСК». Холдинговая компания владеет контрольными пакетами акций межрегиональных распределительных сетевых компаний. Главным акционером ОАО «Холдинг МРСК» является РФ с долей в 52,7 %.

Территориальные сетевые компании осуществляют свою деятельность, как правило, в зоне гарантирующего поставщика. Сетевое хозяйство таких компаний находится в ведении собственников или иных законных владельцев электросетевого хозяйства. Отношения с другими сетевыми организациями должны осуществлять на основании заключенного договора.

4. **Системный оператор**. 17 июня 2002 г. в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 11 июля 2001 г. № 526 «О реформировании электроэнергетики РФ» ОАО «Системный оператор – Центральное диспетчерское управление Единой энергетической системы» было выделено из структуры ОАО РАО «ЕЭС России» и зарегистрировано как самостоятельное предприятие.

6 февраля 2008 г. зарегистрировано новое название компании – ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» (ОАО «СО ЕЭС»).

В структуру входят:

– 7 объединенных диспетчерских управлений (ОДУ);

– 59 региональных диспетчерских управлений (РДУ);

– 7 региональных предприятий (РП) «Энерготехнадзор»;

– 70 территориальных центров (ТЦ) РП «Энерготехнадзор».

Построена единая система ОДУ, работающая по четкому экономическому алгоритму принятия решений о распределении нагрузки между генераторами.

Государственное регулирование в электроэнергетике

Правительство Российской Федерации реализует свои полномочия в области государственного регулирования и контроля в электроэнергетике в соответствии со ст. 21 ФЗ «Об электроэнергетике» (в ред. ФЗ от 04.11.2007 г. № 250-ФЗ).

К уполномоченным Правительством РФ в области государственного регулирования отношений в сфере электроэнергетики федеральным органам исполнительной власти отнесены:

1. Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России), на которое возложены функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере топливно-энергетического комплекса, в том числе и по вопросам электроэнергетики.

2. Федеральная служба по тарифам, которая осуществляет правовое регулирование в сфере государственного регулирования цен (тарифов) на товары и услуги в соответствии с законодательством Российской Федерации и контроль за их применением.

Положение о Федеральной службе по тарифам утверждено Постановлением Правительства РФ от 30 июня 2004 г. № 332 (Собрание законодательства РФ. 2004. № 29. Ст. 3049).

3. Федеральная антимонопольная служба, осуществляющая антимонопольное регулирование в сфере электроэнергетики, в том числе контроль на оптовом и розничном рынках, с учетом особенностей, установленных законодательством в области электроэнергетики.

Положение о Федеральной антимонопольной службе утверждено Постановлением Правительства РФ от 30 июня 2004 г. № 331 (Собрание законодательства РФ. 2004. N 31. Ст. 3259).

4. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор).

Положение о Ростехнадзоре утверждено Постановлением Правительства РФ от 30 июля 2004 г. № 401 (в ред. от 27.01.2009) // Собрание законодательства РФ. 2004. № 32. Ст. 3348), осуществляющая контроль и надзор:

– за соблюдением в пределах своей компетенции требований безопасности в электроэнергетике (технический контроль и надзор в электроэнергетике);

– за соблюдением собственниками гидротехнических сооружений и эксплуатирующими организациями норм и правил безопасности гидротехнических сооружений.

Кроме этого, Ростехнадзор осуществляет:

– лицензирование видов деятельности, отнесенных к компетенции службы;

– проверки (инспекции) соблюдения требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и правил в установленной сфере деятельности, в том числе в электроэнергетике.

К моменту ликвидации РАО «ЕЭС России» была выполнена одна из важнейших задач реформы, в энергетику привлечены стратегические инвесторы. Генерирующие компании, за исключением ОАО «Энергоатом», ОАО «Русгидро» и ОАО «ОГК-1», имеют в настоящее время частных собственников. Это позволило вывести энергетику России на новый этап развития. Была пересмотрена вся система отраслевого регулирования. Управление энергетикой в настоящее время осуществляется с двух сторон.

Во-первых, регулятором и координатором со стороны государства выступает Министерство энергетики (государство не имеет права полностью устраниться от участия в этом сегменте, поскольку энергетика является соци-

ально значимой сферой экономики). Во-вторых, в энергетике России действуют механизмы рыночного саморегулирования, координацию которых осуществляет НП «Совет рынка». В результате реформы были запущены и успешно функционируют оптовый и розничные рынки электрической энергии и мощности. В энергетике России создана конкурентная среда. В дальнейшем важно не допустить доминирующего положения кого-либо из участников.

4.4.3. НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА АЭС

Различают АЭС по типу реакторов; по виду отпускаемой энергии.

1. По типу реакторов атомные электростанции классифицируются в соответствии с установленными на них реакторами:

– *реакторы на тепловых нейтронах*, использующие специальные замедлители для увеличения вероятности поглощения нейтрона ядрами атомов топлива;

Реактор на тепловых нейтронах – ядерный реактор, использующий для поддержания цепной ядерной реакции нейтроны тепловой части спектра энергии – теплового спектра. Использование нейтронов теплового спектра выгодно потому, что сечение взаимодействия ядер урана-235 с нейтронами, участвующих в цепной реакции, растет по мере снижения энергии нейтронов, а ядер урана-238 остается при низких энергиях постоянным. В результате, самоподдерживающаяся реакция при использовании природного урана, в котором делящегося изотопа ^{235}U всего 0,7%, невозможна на быстрых нейтронах (спектра деления) и возможна на медленных (тепловых).

– *реакторы на легкой воде*;

Легководный реактор – ядерный реактор, в котором для замедления нейтронов и/или в качестве теплоносителя используется обычная вода H_2O. Термин используется для отличия от тяжеловодного реактора, в котором в качестве замедлителя нейтронов используется тяжёлая вода D_2O. В тяжелой воде оба атома водорода заменены на атом тяжёлого водорода — дейтерия. Обычная вода, в отличие от тяжелой воды, не только замедляет, но и в значительной степени поглощает нейтроны (по реакции $^1H + n = {}^2D$). Поэтому если в легководном реакторе вода используется и как теплоноситель, и как замедлитель нейтронов (например, в реакторах ВВЭР, PWR, ВК-50), то реактор не может работать на природном уране, для работы такого реактора требуется предварительное обогащение урана. Если же замедлителем нейтронов служит графит, а обычная вода используется только как теплоноситель, то реактор в принципе может работать на природном уране или на уране низкого обогащения (как, например, реактор РБМК). Тяжеловодный реактор также может работать на природном уране, в этом одно из основных его достоинств.

– *реакторы на тяжелой воде*;

Тяжеловодный ядерный реактор (англ. *Pressurised Heavy Water Reactor (PHWR)*) – ядерный реактор, который в качестве теплоносителя и замедлителя использует D_2O – тяжелую воду. Так как дейтерий имеет меньшее сечение поглощения нейтронов, чем лёгкий водород, такие реакторы имеют улучшенный нейтронный баланс (то есть для них требуется менее обогащенный уран), что позволяет использовать в качестве топлива природный уран в энергетических реакторах или использовать «лишние» нейтроны для наработки изотопов. В энергетических реакторах использование природного урана значительно снижает расходы на топливо, хотя экономический эффект несколько сглаживается большей ценой энергоблока и теплоносителя. Наиболее известным реактором этого типа является канадский CANDU. Помимо самой Канады, реакторы CANDU экспортировались в Китай, Южную Корею, Индию, Румынию, Аргентину и Пакистан.

– *реакторы на быстрых нейтронах*;

Реактор на быстрых нейтронах – ядерный реактор, использующий для поддержания цепной ядерной реакции нейтроны с энергией > 10^5 эВ. Проектирование и строительство дорогостоящих реакторов на быстрых нейтронах оправданно, так как на каждый захват нейтрона в активной зоне такого реактора испускается в 1,5 раза больше нейтронов деления, чем в активной зоне реактора на тепловых нейтронах. Следовательно, для переработки ядерного сырья в реакторе на быстрых нейтронах можно использовать значительно большую долю нейтронов. Это главная причина, из-за которой проводят широкие исследования в области применения реакторов на быстрых нейтронах.
В мире осталась единственная страна с действующим быстрым энергетическим реактором – это Россия, реактор БН-600 III блок, Белоярская АЭС.

– *субкритические реакторы*, использующие внешние источники нейтронов;

Примером субкритического реактора являются ториевые реакторы. В нем используется не опасный уран, а другой элемент – торий. Известно, что его запасов на планете в 3-5 раз больше, чем таковых урана. Более того, практически весь добытый торий может использоваться в качестве топлива (для сравнения – только 0,7 % урана, добытого из урановой руды, может стать ядерным топливом). Проще говоря, в энергетическом выражении одна тонна добываемого тория эквивалентна 200 т урановой руды или 3,5 млн т угля.

– *термоядерные реакторы*;

Управляемый термоядерный синтез (УТС) – синтез более тяжелых атомных ядер из более легких с целью получения энергии, который, в отличие от взрывного термоядерного синтеза (используемого в термоядерных взрывных устройствах), носит управляемый характер. Солнце – природный термоядерный реактор. Водород – самый распространенный элемент во Вселенной – является наилучшим горючим для реакции синтеза. В 2011 г. управляемый термоядерный синтез еще не осуществлен в промышленных масштабах. Строительство международного экспериментального термоядерного реактора (ITER) находится в начальной стадии.

2. По виду отпускаемой энергии атомные станции можно разделить:

– на атомные электростанции (АЭС), предназначенные для выработки электрической энергии. При этом на многих АЭС есть теплофикационные установки, предназначенные для подогрева сетевой воды, используя тепловые потери станции;

– атомные теплоэлектроцентрали (АТЭЦ), вырабатывающие как электроэнергию, так и тепловую энергию.

На рис. 4.52 показана схема работы атомной электростанции с двухконтурным водо-водяным энергетическим реактором. Энергия, выделяемая в активной зоне реактора, передается теплоносителю первого контура. Далее теплоноситель поступает в теплообменник (парогенератор), где нагревает до кипения воду второго контура. Полученный при этом пар поступает в турбины, вращающие электрогенераторы. На выходе из турбин пар поступает в конденсатор, где охлаждается большим количеством воды, поступающим из водохранилища.

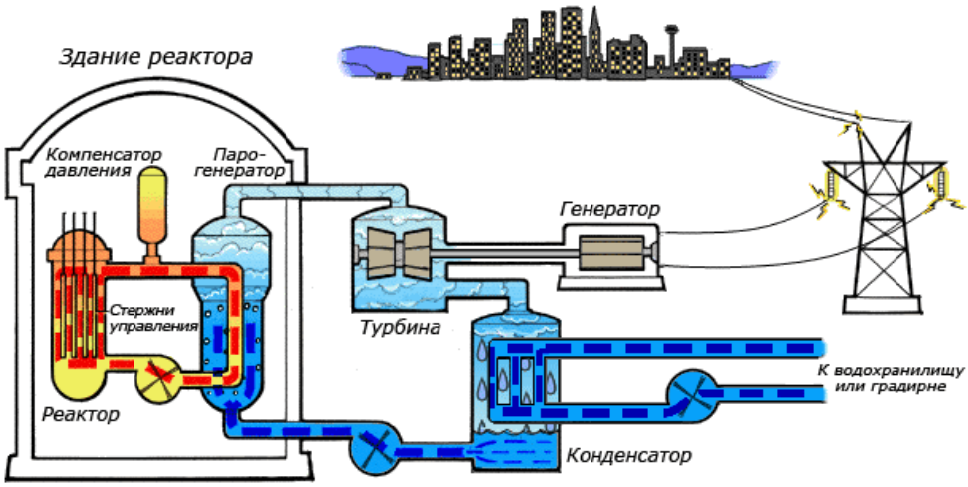


Рис. 4.52. Схема работы атомной электростанции
на двухконтурном водо-водяном энергетическом реакторе (ВВЭР)

Компенсатор давления представляет собой довольно сложную и громоздкую конструкцию, которая служит для выравнивания колебаний давления в контуре во время работы реактора, возникающих за счет теплового расширения теплоносителя. Давление в 1-м контуре может доходить до 160 атмосфер (ВВЭР-1000).

Помимо воды, в различных реакторах в качестве теплоносителя могут применяться также расплавы металлов: натрий, свинец, эвтектический сплав свинца с висмутом и др. Использование жидкометаллических теплоносителей позволяет упростить конструкцию оболочки активной зоны реактора (в отли-

чие от водяного контура, давление в жидкометаллическом контуре не превышает атмосферное), избавиться от компенсатора давления.

Общее количество контуров может меняться для различных реакторов, схема на рисунке приведена для реакторов типа ВВЭР (водо-водяной энергетический реактор). Реакторы типа РБМК (реактор большой мощности канального типа) использует один водяной контур, реакторы БН (реактор на быстрых нейтронах) – два натриевых и один водяной контуры, перспективные проекты реакторных установок СВБР-100 и БРЕСТ предполагают двух контурную схему, с тяжелым теплоносителем в первом контуре и водой во втором.

Рис. 4.53. Градирни

В случае если невозможно использовать большое количество воды для конденсации пара, для охлаждения вместо использования водохранилища вода может охлаждаться в специальных охладительных башнях (градирнях) (рис. 4.53), которые, благодаря своим размерам, обычно являются самой заметной частью атомной электростанции.

СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ГЭС

Гидроэлектростанция (ГЭС) (рис. 4.54) – комплекс гидротехнических сооружений и энергетического оборудования, обеспечивающий преобразование энергии водного потока в электрическую энергию.

Для этого поперек русла реки сооружают плотину, чтобы накопить воду в водохранилище и сконцентрировать перепад уровня воды на сравнительно небольшом участке (по ширине плотины). Подвод воды к гидравлическим турбинам осуществляется по напорным водоводам. Вращение рабочего колеса гидротурбины под напором падающей воды передается на вал гидрогенератора, вырабатывающего электрический ток.

На открытой площадке рядом со зданием ГЭС или в отдельном здании обычно сооружают повышающую трансформаторную подстанцию ГЭС с распределительными устройствами. КПД ГЭС достигает 90-93 %.

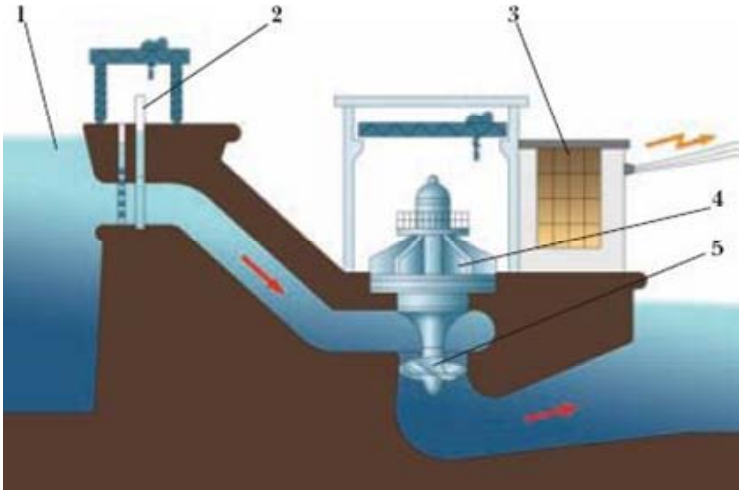


Рис. 4.54. Схема плотины гидроэлектростанции:
1 – водохранилище; 2 – затвор; 3 – трансформаторная подстанция с распределительным устройством; 4 – гидрогенератор; 5 – гидравлическая турбина

СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЭС

Тепловая электростанция (тепловая электрическая станция) - электростанция, вырабатывающая электрическую энергию за счет преобразования химической энергии топлива в механическую энергию вращения вала энергогенератора. Сегодня наиболее распространенным источником электроэнергии являются тепловые электростанции (ТЭС). В основе их работы находится следующая схема превращения энергии.

ТЕПЛО $\Rightarrow$ МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ $\Rightarrow$ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

Упрощенная схема реализации этой последовательности в теплоэлектростанции изображена на рис. 4.55.

Топливо и окислитель (обычно – подогретый воздух) непрерывно поступают в топку парового котла. За счет тепла, образующегося при сжигании топлива, вода в паровом котле превращается в пар с высоким давлением и температурой около 550 ^{o}C. Этот пар поступает в паровую турбину, назначение которой – превратить его тепловую энергию в механическую энергию вращения ротора турбогенератора.

Пар, отдавая энергию турбине, остывает и, имея уже низкое давление, поступает в конденсатор. Здесь с помощью охлаждающей воды, прокачиваемой по расположенным внутри конденсатора трубам, он превращается в воду, которая специальным насосом снова подается в котел. Последовательность превращения энергии повторяется снова.

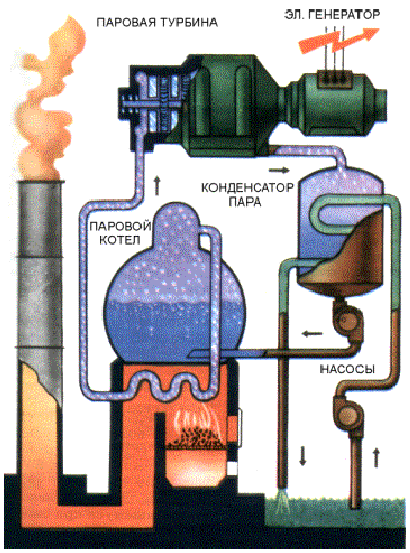


Рис. 4.55. Упрощенная схема ТЭС

Важно отметить, что количество охлаждающей воды должно в десятки раз превышать количество конденсируемого пара.

Простой расчет показывает, что для полного превращения 1 кг водяного пара в воду необходимо около 60 кг охлаждающей воды, которая при этом нагреется примерно на 10 градусов. Поэтому ТЭС строят поблизости от крупных водных источников.

КПД теплоэлектростанций в настоящее время обычно составляет 40 %. Это значит, что только 40 % тепла, полученного при сжигании топлива, превращается в электрическую энергию, а 60 % теряются безвозвратно.

4.4.4. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕГЕТИКИ

Богатые энергетические ресурсы страны и высокий производственный потенциал ТЭК, созданный во второй половине XX в., благоприятствуют обеспечению достаточно высокого уровня энергетической безопасности России. Однако с начала 90-х годов нарастают проблемы развития электроэнергетики страны. Обозначим некоторые из них.

1. Нарастание процесса морального и физического старения оборудования тепловой, атомной и гидроэнергетики, электрических сетей, диспетчерского и технологического управления.

2. Выработка проектного ресурса половины мощности ТЭС, значительной части оборудования электрических сетей, снижение эффективности использования топлива на ТЭС.

3. В ряде крупных регионов, прежде всего в мегаполисах, интенсивно нарастает дефицит электроэнергии и мощности в связи с ростом потребления в них электроэнергии, наблюдается снижение резерва генерирующих мощностей, пропускной способности электрических сетей и уровня системной надежности ЕЭС России в целом. Не удовлетворяется спрос потребителей. Нарастает число отказов в присоединении к сетям.

4. Топливный баланс ТЭС, в котором доля газа в европейских энергосистемах превышает 80 %, в зимнее время, в периоды сильных похолоданий не обеспечен с должной надежностью, прежде всего из-за ограничений, вводимых «Газпромом».

5. Распределение мощностей действующих АЭС и ГЭС в ЕЭС России носит асимметричный характер: практически 23,2 ГВт АЭС сосредоточены в Европейской части страны, а из 45,6 ГВт мощности всех ГЭС в Сибири и на Дальнем Востоке находятся 26,9 ГВт, что препятствует их эффективному использованию и не обеспечивает требуемую маневренность в еропейской части ЕЭС. Отсутствие электрических связей большой пропускной способности между Европейской и Восточно-Сибирской частями ЕЭС не позволяет оптимизировать режимы работы и говорит о незавершенности инфраструктуры ЕЭС.

6. Потери электроэнергии по отрасли в целом превысили 107 млрд кВт•ч, или около 13 % от отпуска электроэнергии в сеть (на Западе – 8 %). Их технологическая составляющая − около 70 %, более 28 % (3,6 % из общего числа потерь – это 37,3 млрд кВт•ч, 23 млрд квт•ч − Саяно-Шушенская ГЭС) − коммерческие потери.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕГЕТИКИ

Перспективы развития электроэнергетики сформулированы в докладе Министра энергетики Российской Федерации С.И. Шматко на заседании Правительства Российской Федерации «О проекте Энергетической стратегии России на период до 2030 года» (Москва, 27 августа 2009 г.).

В *электроэнергетике* завершается процесс реформирования отрасли, предусмотренного действующей энергостратегией.

ЭС-2030 предусматривает, что *Единая энергосистема России* будет развиваться как путем присоединения к ней ныне изолированных энергосистем и энергообъединений, так и путем развития межсистемных и внутрисистемных электрических сетей всех классов напряжений, в том числе для экспорта электроэнергии. Будут созданы межсистемные линии электропередач для транспорта электрической энергии и мощности из энергоизбыточных в энергодефицитные регионы в объемах, не превышающих требований надежности работы ЕЭС России. Будет оптимизирована конфигурация системообразующих и распределительных *электрических сетей* с целью обеспечения эффективного функционирования ЕЭС России и систем распределенной генерации с высокими показателями надежности их работы. Будут обеспечены условия для привлечения частного капитала в распределительный электросетевой комплекс и осуществлен переход от административных к экономическим методам стимулирования эффективности сетевых компаний.

Главной задачей развития *гидроэнергетики* на весь период действия ЭС-2030 станет дальнейшее освоение богатых гидроресурсов России в увязке со спросом на электроэнергию и режимами ее потребления.

В сфере *атомной энергетики* предусматриваются увеличение объемов выработки электроэнергии на АЭС; формирование и развитие инжиниринга основного энергетического оборудования; развитие ядерного топливного цикла, сырьевой и производственной базы атомной энергетики; создание инфраструктуры управления жизненным циклом АЭС. На третьем этапе получит развитие использование малой атомной энергетики (включая плавучие

атомные электростанции) для районов Крайнего Севера и Дальнего Востока, а также модульных высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов для производства электроэнергии, коммунального тепла для жилищно-коммунального сектора и высокотемпературного тепла для технологических целей, в том числе для производства водорода.

Будет завершено формирование *оптового и розничного рынка* электрической энергии (мощности), обеспечены соответствующие нормативно-правовые и институциональные условия деятельности сбытовых и энергосервисных компаний. Будет проводиться предсказуемая *государственная долгосрочная тарифная политика* в электроэнергетике, которая должна обеспечить ограниченный рост среднеотпускной цены электроэнергии для конечных потребителей в течение всего периода реализации стратегии.

Индикаторы стратегического развития электроэнергетики предусматривают в том числе поэтапное повышение вероятности бездефицитной работы энергосистем России (с 0,996 до 0,9997); изменение структуры топливообеспечения (снижение доли газа с 70 до 60-62 %, рост доли угля с 26 до 34-36 %); снижение потерь в электрических сетях (с 12 до 8 %), значительный рост КПД электростанций. Перспективные уровни производства электроэнергии будут определяться ожидаемой динамикой внутреннего спроса на нее. При этом предусматривается поэтапное уточнение прогнозных объемов потребления электроэнергии в увязке с ее ожидаемой стоимостью.

По текущей оценке, к 2030 г. производство электроэнергии сможет составить 1800-2210 млрд кВт•ч (рост в 1,7-2,1 раза); установленная мощность электростанций – 355-445 млн кВт•ч (рост в 1,6-2 раза).

Контрольные вопросы

1. *Дайте определение электроэнергетической промышленности.*
2. *Какова динамика производства электроэнергии в России в 2001-2010 гг.?*
3. *Какова доля в производстве электроэнергии в РФ АЭС, ГЭС, ТЭС?*
4. *Каково современное развитие атомной энергетики в России?*
5. *Каково современное развитие гидроэнергетики в России?*
6. *Каково современное развитие теплоэнергетики в России?*
7. *Какова организационная структура электроэнергетики России?*
8. *Какова организационная структура ОАО «Концерн Энергоатом»?*
9. *Какова организационная структура ОАО «РусГидро»?*
10. *Какова организационная структура Тепло ОГК?*
11. *Какова организационная структура ТГК?*
12. *Какова организационная структура ОАО «РАО ЭСВ»?*
13. *Какова организационная структура инфраструктуры рынка электрической энергии?*
14. *Изложите технологическую схему работы АЭС.*
15. *Изложите технологическую схему работы ГЭС.*
16. *Изложите технологическую схему работы ТЭС.*
17. *Изложите проблемы и перспективы развития электроэнергетики.*

Глава 5
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РОССИИ

Металлургический комплекс – межотраслевой комплекс тесно взаимосвязанных производств и отраслей, имеющих общий результат производства и развитые производственно-экономические связи.

Металлургический комплекс (МК) состоит из двух отраслей – черной и цветной металлургии. Обе отрасли имеют огромную народно-хозяйственную значимость, принадлежат к числу базовых и стратегически важных, без которых невозможно развитие ни одной отрасли народного хозяйства, так как они являются основой машиностроения.

МК охватывает технологические системы:

– получение металлов из руд;

– производство сплавов;

– обработка металлов литьем и давлением с получением отливок и проката;

– покрытие защитным слоем.

Металлы подразделяются на черные (95 % всех используемых металлов) и цветные. К черным металлам относятся железо и его сплавы с углеродом – сталь и чугун, все остальные металлы относятся к цветным.

Характеристика металлургического комплекса (МК):

– доля в структуре промышленного производства страны (второе месте после ТЭК) 19,1 %;

– второе место в экспорте страны после топливных ресурсов, дает значительную часть (около 20 %) валютных поступлений в экономику страны;

– среднегодовая численность промышленно-производственного персонала в черной металлургии составляет 676 тыс. чел., а в цветной металлургии – 492 тыс. чел.;

– обеспечивает 35 % грузооборота страны, потребление 14 % топлива, 16 % электроэнергии;

– обусловливает развитие мощного электроэнергетического хозяйства, крупного машиностроения, химических производств, стройиндустрии, легкой и пищевой промышленности и т.д.

5.1. ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ РОССИИ

5.1.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КРУПНЫЕ ХОЛДИНГИ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ РФ

Черная металлургия служит основой развития машиностроения – одна треть отлитого из доменной печи металла идет в машиностроение, а четверть металла идет в строительство.

В состав черной металлургии входят следующие основные подотрасли:

– добыча и обогащение руд черных металлов (железная, хромовая и марганцевая руда);

– добыча и обогащение нерудного сырья для черной металлургии (флюсовых известняков, огнеупорных глин и т.д.);

– производство черных металлов (чугуна, углеродистой стали, проката, металлических порошков чёрных металлов);

– производство стальных и чугунных труб;

– производство кокса, коксового газа и пр.;

– вторичная обработка черных металлов (разделка лома и отходов черных металлов).

Десять самых крупных холдингов черной металлургии (на 01.01.2011) представлены далее.

1. **ОАО «Северсталь»**

Капитализация компании – $12,7 млрд (на 01.12.2006).

Вид продукции: арматура, катанка, круг, уголок, швеллер, шестигранник, судовая сталь, сталь для мостостроения, строительства зданий и сооружений; сталь для сосудов, работающих под давлением; электротехническая сталь, оцинкованная сталь, оцинкованная сталь с полимерным покрытием, автолист, гнутые профили, двухслойная плакированная сталь, трубная заготовка.

Менеджмент компании (на 01.07.2011)

Основной владелец – Генеральный директор компании Алексей Мордашов, контролирующий ее через кипрскую оффшорную компанию «Frontdeal Ltd.»; Председатель совета директоров «Северстали» – независимый директор Крис Кларк.

Восемь *видов производств*: агломерационное, коксохимическое, доменное, сталеплавильное, горячекатаного плоского проката, холоднокатаного проката, сортопрокатное и трубное.

Место штаб-квартиры компании: Россия, г. Череповец, Вологодская область.

2. **ОАО «ММК»** (Магнитогорский металлургический комбинат)

Капитализация компании – $11,856 млрд (на 06.07.2007).

Вид продукции: заготовка квадратная и прямоугольная для переката, сортовой прокат (катанка, арматура, квадрат, полоса, шестигранник, круг), плоский прокат (горячекатаные рулоны, горячекатаный лист, холоднокатаные рулоны, холоднокатаный лист, черная жесть, холоднокатаная лента), прокат с покрытием (прокат с полимерным покрытием, горячеоцинкованый прокат, белая жесть), профили гнутые, спецпрофиль горячекатаный, фасонный прокат (швеллер, уголок), трубы стальные водо-газопроводные, слябы, кокс и др.

Менеджмент компании (на 01.07.2011)

Президент ООО «Управляющая компания ММК» Рашников Виктор Филиппович – основной владелец (87% акций), контролирующий ее через кипрские офшорные компании «Mintha Holding Limited и Fulnek Enter-prises

Ltd». Дубровский Борис Александрович – Генеральный директор ОАО «ММК».

Состав компании

ММК – производство металлопродукции (ОАО «ММК», ОАО «ММК-МЕТИЗ», ОАО «ММК-Профиль-Москва», ЗАО «Интеркос-IV», АО «ММК Atakas»), ММК-Торговый дом, ММК-Ресурс, ММК-Сервис, ММК-Финанс, ММК-Курорт.

Место штаб-квартиры компании: Россия, г. Магнитогорск, Челябинская область.

3. **ОАО Мечел»**

Капитализация компании – $24 млрд. (на 30.05.2008).

Вид продукции: угольная продукция, железорудный концентрат, продукция металлургических предприятий (сортовой прокат, листовой прокат, метизы, сварная сетка, поковки, штамповки), ферросплавное направление (товарный никель, ферросилиций, феррохром), энергетическое направление (электрическая и тепловая энергия),

Менеджмент компании (на 01.07.2011)

Генеральный директор – Игорь Зюзин (66,76 % акций), председатель совета директоров – Валентин Проскурня.

Состав компании

ОАО «Мечел» ведет деятельность в четырех бизнес-сегментах: горнодобывающем, металлургическом, ферросплавном и энергетическом.

Деятельность «Мечела» в области *горнодобывающей промышленности* объединяет производство и реализацию коксующегося и энергетического угля, железной руды, никеля, феррохрома, ферросилиция. Кроме обеспечения внутренних потребностей металлургического и энергетического сегментов компании, «Мечел» продает значительные объемы сырья третьим сторонам. Компания контролирует более 25 % мощностей России по обогащению.

В состав горнодобывающего сегмента «Мечела» входят угольная компания «Южный Кузбасс», холдинговая компания «Якутуголь» и Коршуновский ГОК.

Деятельность «Мечела» в *металлургической области* включает в себя производство и сбыт заготовок и сортового проката из углеродистой и специальной стали, листового проката из углеродистой и нержавеющей стали, в том числе металлической продукции с высокой добавленной стоимостью, включая метизы и штамповки.

Компания является одним из немногих производителей нержавеющей стали в мире, имеющим собственные источники основных видов сырья: коксующийся уголь, железорудный концентрат, – и обладающим собственным производством основных видов ферросплавов: ферроникеля, феррохрома и ферросилиция. Все ферросплавные предприятия компании имеют собственные сырьевые базы.

В состав металлургического сегмента компании входят Челябинский металлургический комбинат, завод «Ижсталь», Белорецкий металлургический комбинат, «Уральская кузница», Вяртсильский метизный завод, Мос-

ковский коксогазовый завод, «Мечел Тырговиште» (Румыния), «Мечел Кымпия Турзий» (Румыния), «Дактил Стил Бузэу» (Румыния), «Оцелу Рошу» (Румыния), «Мечел Нямунас» (Литва).

Ферросплавный сегмент представлен четырьмя предприятиями: комбинатом «Южуралникель», Братским заводом ферросплавов, Тихвинским ферросплавным заводом и горно-обогатительным комбинатом «Мечел-Хром». В состав комбината «Южуралникель» входят два рудника по добыче никелевой руды – Сахаринский и Буруктальский – и завод по выплавке никеля.

Энергетический сегмент бизнеса компании, включающий в себя один сбытовой и два генерирующих актива снабжает предприятия группы электроэнергией, а также позволяет получать прибыль от поставок конечной продукции третьим лицам. В энергетический сегмент «Мечела» входят Южно-Кузбасская ГРЭС, Кузбасская энергосбытовая компания, ТЭЦ «Топлофикация Русе» (Болгария).

Место штаб-квартиры компании: Россия, Москва.

4. **ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК)**

Капитализация компании – $17,9 млрд (на 31.08.2007).

Вид продукции: чугун, слябы, заготовка, горячекатаный и холоднокатаный прокат, оцинкованный прокат, прокат с полимерными покрытиями, электротехническая сталь, а также различные виды сортовой продукции и метизы.

Менеджмент компании (на 01.07.2011)

Председатель совета директоров – Владимир Лисин (83,16 % акций), управляющий компанией через «FLETCHER GROUP HOLDINGS LIMITED», расположенной на Кипре.

Президент (Председатель правления) – Алексей Лапшин.

Генеральный директор – первый вице-президент – Игорь Анисимов.

Состав компании

Основная производственная площадка – в Липецке, в центре Европейской части России, – расположена в пределах 350 км от Стойленского ГОКа (горно-обогатительный комбинат), который является основным поставщиком железорудного сырья, в непосредственной близости от основных российских потребителей и ключевых транспортных путей.

Производственные мощности компаний дивизиона сортовой стали расположены в Уральском регионе, с ломозаготовительными площадками во всех основных регионах России. В составе совместных предприятий (СП) НЛМК владеет 8 прокатными активами в Европе и США.

Место штаб-квартиры компании: Россия, г. Липецк.

5. **«Evraz Group S.A.» («ЕвразГруп»)**

Капитализация компании – $9,2 млрд (на 16.09.2011).

Вид продукции: производство стали – рельсы, арматура, катанка, уголки, балки, профили, слябы, заготовки, стальные шары; добыча железной руды и угля (в 2010 г. компания обеспечила 100 % своей потребности в железной руде и 58 % своей потребности в коксующемся угле); производство ванадия

как сырья для металлургической промышленности из ванадийсодержащей железной руды.

Менеджмент компании (на 01.07.2011)

Глава совета директоров – основатель компании Александр Абрамов. Президент компании – Александр Фролов.

Собственники: 83,19 % – «Lanebrook» (Кипр) (50 % «Lanebrook» контролирует «Миллхау» Романа Абрамовича, еще 50 % Александр Абрамов и Александр Фролов; соотношение долей Абрамова и Фролова – 2:1 (предположительно) (Ведомости, 05.06.2007); 14 % «Евраза» предположительно контролирует Фролов. (Ведомости, 05.03.2007).

Состав компании

Металлургические активы:

– российские: 95 % – НТМК (сталь, чугун, сортовой прокат, рельсы, ж/д колеса, трубная заготовка); 97 % – ЗСМК (сталь, чугун, длинный сортовой прокат, арматура); 100 % – НКМК (сталь, чугун, сортовой прокат, рельсы);

– иностранные: 100 % – «Oregon Steel» (США) (спецстали, трубы, рельсы, сортовой прокат, х/к лист); 100 % – «Vitkovice Steel» (Чехия) (толстый лист); 75 % – «Palini e Bertoli» (Италия) (лист); 93,4 % – «Claymont Steel» (США) (лист).

Сырьевые активы:

– железорудное сырье: 97,7 % – Качканарский ГОК (ванадиевый концентрат, окатыши, агломерат); 95 % – Высокогорский ГОК (обогащенная руда, агломерат); 100 % – «Евразруда» (концентрат, агломерат);

– уголь: 100 % – «Южкузбассуголь» (энергетический и коксующийся уголь); 40 % – «Шахта Распадская» (коксующийся уголь); 100 % – «Шахта-12» (коксующийся уголь); 70 % – «Нерюнгриуголь» (коксующийся уголь);

– ванадий: 73 % – «Stratcor» (США) (ванадивые и титановые сплавы); 54 % – «Highveld» (ЮАР) (ванадий, сталь, ферросплавы).

Место штаб-квартиры компании: Люксембург.

6. **ОАО Металлоинвест»**

Капитализация компании: нет данных.

Вид продукции: аглоруда и концентрат, окатыши и ГБЖ (горячебрикетированное железо), чугун, сталь и сталепродукция (в том числе: трубная заготовка, квадрат, горячекатаный лист, толстолистовая сталь, штрипс* для ТБД (труб большого диаметра), мостовая сталь, подшипниковая сталь, высокопрочный пруток для автопрома и производства метизов).

Менеджмент компании

Владельцы компании (на конец 2010 г.) – российский предприниматель-миллиардер Алишер Усманов через компанию «Gallagher Holdings Ltd»

---

* Штрипс (англ. strips, мн. ч. от strip – полоса, лента), стальная полоса (шириной 30-400 мм и толщиной 1,75-10 мм), используемая в качестве заготовки при производстве сварных труб.

50 %), Василий Анисимов через компанию «Coalco International Ltd» (20 %), фонд Андрея Скоча через компанию «Seropaem Holdings» (30 %).

Генеральный директор Управляющей компании «Металлоинвест» – Эдуард Потапов; Председатель Совета директоров – Фархад Мошири (Великобритания).

Состав компании

Горнорудный дивизион:

– Лебединский горно-обогатительный комбинат (г. Губкин Белгородской области);

– Михайловский горно-обогатительный комбинат (г. Железногорск Курской области).

Металлургический дивизион:

– Оскольский электрометаллургический комбинат (г. Старый Оскол Белгородской области);

– комбинат «Уральская сталь» (г. Новотроицк Оренбургской области).

Сопутствующий бизнес и другие активы:

– металлургический завод «Hamriyah Steel», расположенный в Объединенных Арабских Эмиратах;

– «Металлоинввесттранс» (ООО «МИТ»), транспортная компания;

– «Металлоинвестлизинг» (ООО «МИЛ»), компания, предоставляющая услуги лизинга технологического оборудования, спецтехники, транспортных средств, железнодорожных вагонов предприятиям горнодобывающей и металлургической отраслей, машиностроительного комплекса, транспортным компаниям и финансовым институтам;

– банк холдинга «Металлоинвест» ООО «ФЕРРОБАНК».

Место штаб-квартиры компании: Москва.

7. **ОАО «Трубная металлургическая компания»**

Капитализация компании: нет данных.

Вид продукции: широкий спектр труб, которые используются в нефтегазовом секторе, в химической и нефтехимической промышленности, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, судо- и авиастроении, а также в космической технике; трубы из углеродистых, нержавеющих и жаропрочных марок стали, титановых и никелевых сплавов.

Менеджмент компании

На май 2009 г. 74,83 % акций ТМК через «ТМК- Steel Ltd» контролировал Дмитрий Пумпянский.

Председатель совета директоров компании – Дмитрий Пумпянский, генеральный директор – Александр Ширяев.

Состав компании

Производственные предприятия ТМК:

российские предприятия ТМК:

– ОАО «Волжский трубный завод», Россия, Волгоградская обл., г. Волжский;

– ОАО «Северский трубный завод» (Свердловская обл., г. Полевской);

– ОАО «Синарский трубный завод» (Свердловская обл., г. Каменск-Уральский);

– ОАО «Таганрогский металлургический завод» (Ростовская обл., г. Таганрог);

– «ТМК-Казтрубпром» (Казахстан, г. Уральск);

– ООО «ТМК-ИНОКС» (Свердловская обл., г. Каменск-Уральский);

– ЗАО «ТМК-КПВ» (Свердловская обл., г. Полевской);

TMK Europe:

– «TMK-ARTROM» (Румыния, г. Слатина);

– «TMK-Resita» (Румыния, г. Решица);

TMK USA: «TMK IPSCO» (США);

сервисные предприятия:

– «ТМК-Премиум Сервис»;

– «ТМК-Нефтегазсервис» (Орский машиностроительный завод, «Трубопласт», Управление по ремонту труб, Центральная трубная база);

торговые офисы;

научно-технический центр.

Место штаб-квартиры компании: Москва.

8. ЗАО «Объединенная металлургическая компания» (ОМК)

Капитализация компании: нет данных.

Вид продукции: трубы различного назначения, железнодорожные колеса, автомобильные рессоры, прокат, чугун, феррованадий, кокс, сверхтонкая стальная полоса.

Менеджмент компании

Председатель Совета директоров – Седых Анатолий Михайлович.

Президент – Маркин Владимир Степанович.

Состав компании

Трубный комплекс:

– ОАО «Выксунский металлургический завод» (г. Выкса, Нижегородская область);

– ОАО «Альметьевский трубный завод» (г. Альметьевск, Республика Татарстан);

– ОАО «Трубодеталь» (г. Челябинск);

металлургический комплекс:

– ОАО «Чусовской металлургический завод» (г. Чусовой, Пермский край);

– ОАО «Губахинский кокс» (г. Губаха, Пермский край);

– ОАО «Щелковский металлургический завод» (г. Щёлково, Московская область);

– Литейно-прокатный комплекс (г. Выкса, Нижегородская область).

Место штаб-квартиры компании: Москва.

9. **ЗАО «Группа ЧТПЗ»** (Челябинский трубопрокатный завод)

Капитализация компании: нет данных.

Вид продукции: ЧТПЗ располагает мощностями для производства стальных труб практически всех типоразмеров.

Основной продукцией компании являются: трубы сварные диаметром 12-114 мм; трубы сварные большого диаметра 530-1420 мм; трубы бесшовные горячедеформированные большого диаметра 245-550 мм; насосно-компрессорные трубы, обсадные трубы и муфты к ним; трубы бесшовные горячедеформированные малого диаметра 108–169 мм; трубы бесшовные холоднодеформированные 89-429 мм; футерованные и профильные трубы; баллоны для сжатых газов и огнетушители; отводы крутоизогнутые бесшовные.

Менеджмент компании

Владельцы группы ЧТПЗ – бывший сенатор от Челябинской области Андрей Комаров (основной владелец, 90 %) и председатель совета директоров ЧТПЗ Александр Федоров (10 %).

Управляющий директор ООО «Аркли Капитал» – Сергей Моисеев. Генеральный директор – Александр Федоров.

Управление активами группы ЧТПЗ осуществляет холдинговая компания «ARKLEY CAPITAL S.a`r.l.» (Люксембург), представленная в Москве дочерним обществом ООО «Аркли Капитал». Управляющий директор ООО «Аркли Капитал» – Сергей Моисеев.

Генеральный директор ЗАО «Группа ЧТПЗ» с ноября 2008 г. – Райнхольд Штайнер (Австрия).

Состав компании

В группу ЧТПЗ входят:

– Челябинский трубопрокатный завод (ЧТПЗ);

– Первоуральский новотрубный завод (ПНТЗ);

– «Римера» – нефтесервисный дивизион;

– ЗАО «ЧТПЗ-Мета», компания по заготовке и переработке металлолома;

– ЗАО ТД «Уралтрубосталь», металлоторговое подразделение;

– «Ижнефтемаш» – Ижевский завод нефтяного машиностроения.

Место штаб-квартиры компании: Москва.

10. **ГК «ЭСТАР» (Группа компаний «Электросталь России»)**.

Капитализация компании: нет данных.

Вид продукции: широкий ассортимент металлургической продукции: различные виды труб (стальные электросварные, водогазопроводные, тонкостенные для производства, для автомобилестроения и т.д.), сортовой прокат (уголок стальной, швеллер, сталь квадратная, круг, профиль и т.д.), товары народного потребления.

Менеджмент компании

Президент компании – Андрей Мишин.

Состав компании

В настоящее время в группу компаний «ЭСТАР» входит более десятка промышленных предприятий, размещенных по всей территории России. По типу выпускаемой ими продукции в составе компании выделяют три дивизиона: трубный, дивизион спецсталей и дивизион сортового проката.

Трубный дивизион (самый обширный):

– ЗАО «Энгельский трубный завод» (г. Энгельс, Саратовская обл.);

– ООО «Волгоградский завод труб малого диаметра» (Волгоград);

– ОАО «Новосибирский металлургический завод» (г. Новосибирск);

– ЗАО «Стальной профиль» (г. Новосибирск).

В *дивизион спецсталей* входят:

– ОАО «Златоустовский металлургический завод» (г. Златоуст, Челябинская обл.);

– ОАО «Нытва» – Нытвенский металлургический завод (г. Нытва, Пермский край);

– ЗАО «Волга-ФЭСТ» – Фроловский электросталеплавильный завод (г. Фролово, Волгоградская обл.).

Дивизион сортового проката представлен предприятиями:

– ООО «Ростовский электрометаллургический завод» (г. Шахты, Ростовская обл.);

– ОАО «Гурьевский металлургический завод» (г. Гурьевск, Кемеровская обл.).

В группу компаний «ЭСТАР» также входят:

– ЗАО «Донецкий электрометаллургический завод» (Украина);

– «MIR STEEL UK Limited» (Великобритания);

– «MIR STEEL Queenborough» (Великобритания);

– «ESTAR Misr for Industries S.A.E.» (Египет);

– «MIDDLE EAST LLC» (ОАЭ);

– металлотрейдер «FEMAX» (Чехия);

– ООО «ТД «ЭСТАР»;

– ломозаготовительное предприятие ЗАО «Ломпром».

Место штаб-квартиры компании: Москва.

5.1.2. ЧУГУН

КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИМЕНЕНИЕ ЧУГУНА

Чугун – сплав железа с углеродом (углерода более 2,14 %). Углерод в чугуне может содержаться в виде цементита и графита. Различают следующие виды чугунов: серый, белый, половинчатый, ковкий, высокопрочный, легированный.

Серый чугун – наиболее широко применяемый вид чугуна (машиностроение, сантехника, строительные конструкции).

Для деталей из серого чугуна характерны: малая чувствительность к влиянию внешних концентраторов напряжений при циклических нагружениях и более высокий коэффициент поглощения колебаний при вибрациях деталей (в 2-4 раза выше, чем у стали).

Важная конструкционная особенность серого чугуна – более высокое, чем у стали, отношение предела текучести к пределу прочности на растяже-

ние. Наличие графита улучшает условия смазки при трении, что повышает антифрикционные свойства чугуна. Перлитный* серый чугун имеет высокие прочностные свойства и применяется для цилиндров, втулок и др. нагруженных деталей двигателей, станин и т.д. Для менее ответственных деталей используют серый чугун с ферритно** – перлитной металлической основой.

Белый чугун представляет собой сплав, в котором избыточный углерод, не находящийся в твердом растворе железа, присутствует в связанном состоянии в виде карбидов железа Fe_3C (цементит) или так называемых специальных карбидов (в легированном чугуне).

Белый чугун вследствие низких механических свойств и хрупкости имеет ограниченное применение для деталей простой конфигурации, работающих в условиях повышенного абразивного износа. Легирование белого чугуна карбидообразующими элементами (Cr, W, Mo и др.) повышает его износостойкость.

Половинчатый чугун содержит часть углерода в свободном состоянии в виде графита, а часть – в связанном в виде карбидов. Применяется в качестве фрикционного материала, работающего в условиях сухого трения (тормозные колодки), а также для изготовления деталей повышенной износостойкости (прокатные, бумагоделательные, мукомольные валки).

Ковким называется чугун в отливках, изготовленных из белого чугуна и подвергнутых последующему графитизирующему отжигу, в результате чего цементит распадается, а образующийся графит приобретает форму хлопьев. Ковкий чугун обладает лучшей демпфирующей способностью, чем сталь, и меньшей чувствительностью к надрезам, удовлетворительно работает при низких температурах. Ковкий чугун используют в основном в автомобиле-, тракторо- и сельхозмашиностроении.

Высокопрочный чугун, характеризующийся шаровидной или близкой к ней формой включений графита, получают модифицированием жидкого чугуна присадками Mg, Ce, Y, Ca и некоторых др. элементов (в чистом виде или в составе сплавов).

Высокопрочный чугун обладает хорошими литейными и технологическими свойствами (жидкотекучесть, линейная усадка, обрабатываемость резанием), но по значению сосредоточенной объемной усадки приближается к стали. Такой чугун применяется для замены стальных литых и кованых деталей (коленчатые валы двигателей, компрессоров и т.д.), а также деталей из ковкого или обычного серого чугуна.

---

* Перлит представляет собой смесь цементита (в виде тонких пластинок или округлых зерен) и феррита. В перлите содержится 0,7-0,8 % связанного углерода. Перлит имеет достаточно высокую твердость. Чугуны, имеющие перлитную структуру, обладают высокими механическими свойствами.

** Феррит представляет собой почти чистое железо, содержащее незначительное количество углерода; он обладает низкой твердостью и прочностью, но отличается, высокой вязкостью.

Легированный чугун. Для улучшения прочностных, эксплуатационных характеристик или придания чугуну особых свойств (износостойкости, жаропрочности, жаростойкости, коррозионностойкости, немагнитности и т.д.) в его состав вводят легирующие элементы (Ni, Cr, Cu, Al, Ti, W, V, Mo и др.). Легирующими элементами могут служить также Mn при содержании > 2 % и Si при содержании > 4 %. Легированные чугуны классифицируют в соответствии с содержанием основных легирующих элементов – хромистые, никелевые, алюминиевые и т.д. По степени легирования различают низколегированные (суммарное количество легирующих элементов < 2,5 %), среднелегированные (2,5-10%) и высоколегированные (> 10 %).

Мировое производство чугуна в 2010 г. составило 1 030 млн т, что на 14,8 % выше, чем в 2009 г. (896 361 млн т). Мировая десятка стран–производителей чугуна выглядит следующим образом (табл. 5.1).

В 2010 г. в России было произведено 48,2 млн т чугуна (рис. 5.1), что на 9 % выше, чем в предыдущем году.

Чугун, получаемый в доменных печах, подразделяется на *передельный* чугун (около 80 % от всего производства чугуна), используемый для передела в сталь, и *литейный* чугун (около 20 %), используемый для производства изделий из чугуна.

Чугун как материал для производства художественных отливок использовался еще средневековыми мастерами (например, в X в. нашей эры в Китае из чугуна было отлито уникальное изваяние льва весом 100 т, к сожалению, не сохранилось). С XV в. в Германии, а затем в других странах Европы (в России с конца XVII в. – каслинское литье) художественное литье из чугуна получило широкое распространение (парковая скульптура, надгробия, решетки, ограды, садовая мебель и пр.). В XX в. чугунное литье также широко используется.

Таблица 5.1

Мировая топ-десятка стран-производителей чугуна в 2009 году

№ п/п	Наименование	Количество, млн т
1	Китай	543,748
2	Япония	66,943
3	Россия	43,945
4	Индия	29,646
5	Южная Корея	27,278
6	Украина	25,676
7	Бразилия	25,267
8	Германия	20,154
9	США	18,936
10	Франция	8,105

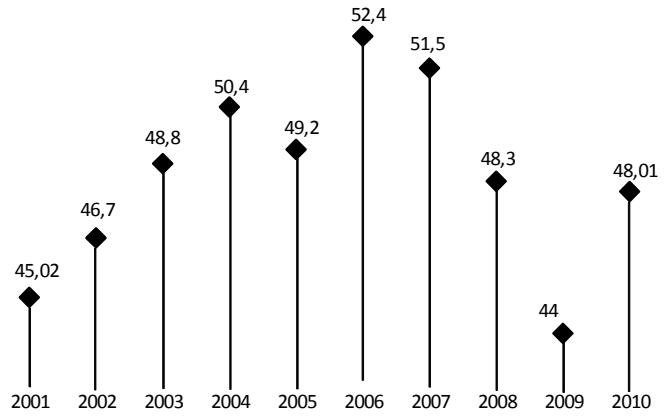


Рис. 5.1. Динамика производства чугуна в России в 2001-2010 гг., млн т

ПОЛУЧЕНИЕ ЧУГУНА

Основным способом производства чугуна является *доменный процесс,* суть которого состоит в восстановлении железа, в превращении в шлак и сливе пустой породы. При этом углерод кокса растворяется в железе и его науглероживает.

Исходными материалами для производства чугуна являются *железные руды, топливо и флюсы.* Смесь, составленная из перечисленных материалов, называется *шихтой.*

Наиболее применимы руды с содержанием железа не менее 40% - бурый, шпатовый, красный и магнитный железняки, представляющие собой различные виды соединения железа с кислородом, поэтому сущность доменного процесса состоит в восстановлении железа углеродом.

Топливом служит *кокс* и *природный газ.*

Флюсы. В железных рудах и в золе от кокса содержится глинозем, кремнезем и другие элементы, которые могут создать в чугуне вредные примеси. Для их удаления в шихту добавляется *флюс* – материал, реагирующий с примесями и превращающий их в шлак. Как правило, для этой цели используется известняк.

Для повышения эффективности доменного процесса проводят подготовку руды к плавке – *дробление* крупных кусков, *промывку* – при содержании песчаноглинистых пород, *агломерацию* (спекание мелкой руды, смешанной с топливом), *окатывание* (обработку рудного концентрата известью и связующим материалом с последующей сушкой и обжигом получившихся комков – *окатышей), магнитное* и другие виды обогащения.

Для магнитного обогащения используют магнитные сепараторы (рис. 5.2) – оборудование, в котором измельченная руда перемещается в электромагнит-

ном поле. Железосодержащие мелкие куски притягиваются электромагнитом, пустая порода по инерции отсеивается.

Производство чугуна осуществляется в доменной печи (рис. 5.3) – непрерывно действующем агрегате шахтного типа. Доменная печь выложена из огнеупорных кирпичей, достигает 30 м высоты при внутреннем диаметре около 12 м.

Шихта подается в доменную печь сверху с помощью наклонного подъемника. Доменную печь загружают сначала коксом, а затем послойно агломератом и коксом. Агломерат – это определенным образом подготовленная руда, спеченная с флюсом. Расплавленная пустая порода вместе с флюсами образует шлак. Так как его плотность меньше чугуна, то он располагается выше чугуна и сливается через верхнюю летку (отверстие) 7, а более тяжелый расплавленный чугун сливается через нижнюю летку 6.

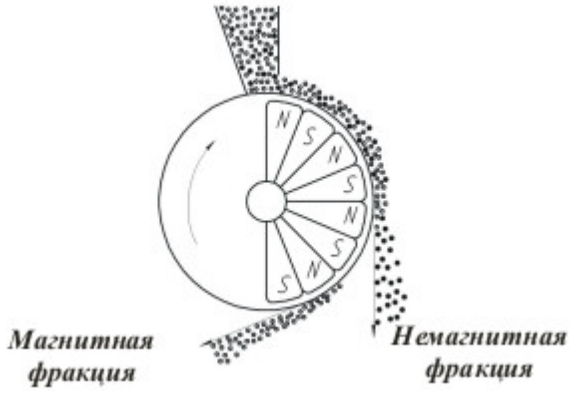


Рис. 5.2. Схема магнитной сепарации руды

Горение и необходимая для выплавки чугуна температура поддерживаются вдуванием в горн через фурмы (устройства для дутья) 8 подогретого воздуха или кислорода. Кислород поступает в кольцевую трубу, расположенную вокруг нижней части печи, а из нее по изогнутым трубкам через фурмы в горн 5.

Шахта печи 2 имеет вид усеченного конуса, поэтому шихта свободно опускается от колошника 1 в более горячие зоны 2-4, где последовательно идут процессы удаления влаги, подсушки, разложения гидратов, карбонатов и т.д. В горне кокс сгорает, образуя CO_2, который, поднимаясь вверх и проходя сквозь слои наколенного кокса, взаимодействует с ним и образует CO. Образовавшийся оксид углерода и восстанавливает большую часть руды, переходя снова в CO_2.

Процесс восстановления руды происходит главным образом в верхней части шахты. Его можно выразить суммарным уравнением:

$$Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2 \quad (1)$$

Пустую породу в руде образует, главным образом, диоксид кремния SiO_2. Это тугоплавкое вещество. Для превращения тугоплавких примесей в более легкоплавкие соединения к руде добавляются флюс. Обычно в качестве флюса используют $CaCO_3$. При взаимодействии его с SiO_2 образуется $CaSiO_2$, легко отделяющийся в виде шлака.

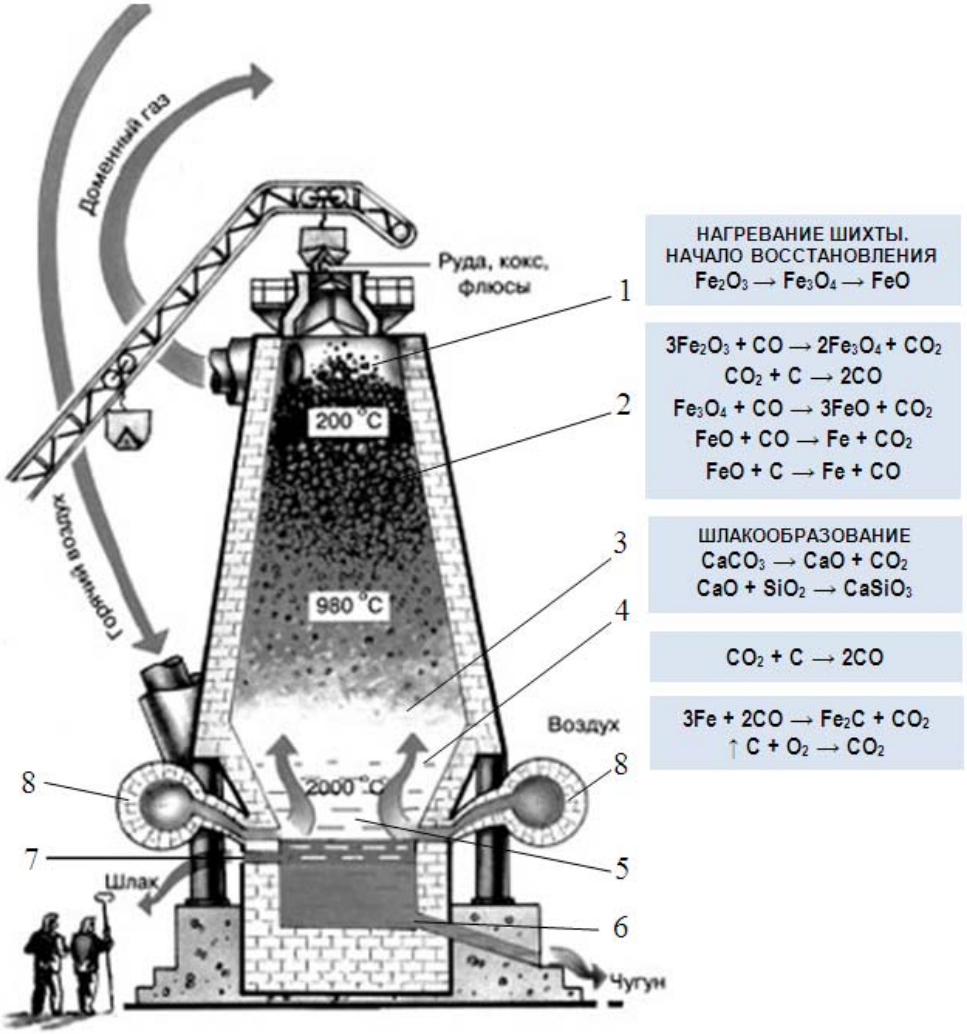


Рис. 5.3. Схема доменной печи в разрезе

Чугун и шлаки выпускают по мере накопления через особые отверстия, забитые в процессе правки глиной.

Выходящие из отверстия печи газы содержат до 25% CO. Их сжигают в особых аппаратах – *кауперах,* предназначенных для предварительного нагревания вдуваемого в печь воздуха. Доменная печь работает непрерывно. По мере того как верхние слои руды и кокса опускаются, в печь добавляют новые порции. Смесь руды и кокса доставляется подъемниками на верхнюю площадку печи и загружается в чугунную воронку, закрытую снизу колошниковым затвором. При опускании затвора смесь попадает в печь.

Работа печи продолжается в течение нескольких лет, пока печь не потребует капитального ремонта.

Процесс выплавки может быть ускорен путем применения в доменных печах кислорода. При вдувании в доменную печь обогащенного кислородом воздуха предварительный подогрев его становится излишним, а значит, отпадает необходимость в громоздких и сложных кауперах и весь процесс упрощается. Вместе с тем производительность печи повышается и уменьшается расход топлива. Такая доменная печь дает в 1,5 раза больше железа и требует кокса на 1/4 меньше чем обычная.

МАРКИРОВКА ЧУГУНА

Серый чугун маркируется буквами СЧ и цифрами, первая из которых характеризует предел прочности чугуна данной марки при растяжении, вторая – при изгибе (кг/мм^2), например, СЧ12-28.

Высокопрочные чугуны маркируют буквами ВЧ и цифрами, первая из которых характеризует временное сопротивление чугуна при растяжении (кгс/мм^2), вторая – относительное удлинение (%). Например, ВЧ60-2.

Ковкие чугуны маркируют буквами КЧ и цифрами, обозначающими временные сопротивления при растяжении (кгс/мм^2) и относительное удлинение (%). Например, КЧ35-10.

Маркировка белых чугунов и половинчатых чугунов не установлена.

Маркировка легированных чугунов состоит из букв, указывающих, какие легирующие элементы входят в состав чугуна, и стоящих непосредственно за каждой буквой цифр, характеризующих среднее содержание данного легирующего элемента; при содержании легирующего элемента менее 1,0% цифры за соответствующей буквой не ставятся. Пример обозначения легированных чугунов: ЧН19ХЗ – чугун, содержащий ~19 % Ni и ~3 % Cr.

5.1.3. СТАЛЬ

КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИМЕНЕНИЕ СТАЛИ

Сталь (от нем. *Stahl*) – деформируемый (ковкий) сплав железа с углеродом (и другими элементами). Содержание углерода в стали – не более 2,14 %, но не менее 0,022 %.

Сталь классифицируют по следующим классам:

– по химическому составу;

– назначению;

– качеству;

– типу сталеплавильного агрегата;

– характеру застывания металла в изложнице.

По химическому составу стали делятся на углеродистые и легированные. *Углеродистая* сталь наряду с Fe и C содержит Mn (0,1-1,0 %) и Si (до 0,4 %), а также вредные примеси – S и P. Эти элементы попадают в сталь в связи с технологией ее изготовления (главным образом из шихтовых материалов). В зависимости от содержания углерода различают *низкоуглеродистую* (до 0,25 % C), *среднеуглеродистую* (0,25-0,6 % C) и *высокоуглеродистую* (более 0,6 % C) сталь.

Легированные стали, кроме обычных примесей, содержат элементы, специально вводимые в определенных количествах для обеспечения требуемых свойств. Эти элементы называются легирующими. Легированные стали подразделяются в зависимости от содержания легирующих элементов на низколегированные (2,5% легирующих элементов), среднелегированные (от 2,5 до 10 % и высоколегированные (свыше 10 %).

Легирующие добавки повышают прочность, коррозийную стойкость стали, снижают опасность хрупкого разрушения. В качестве легирующих добавок применяют хром, никель, медь, азот (в химически связанном состоянии), ванадий и др.

По назначению стали делятся на *конструкционные*, *инструментальные* и *стали с особыми свойствами*. Конструкционные стали применяют для изготовления строительных конструкций, деталей машин и механизмов, судовых и вагонных корпусов, паровых котлов. Инструментальные стали служат для изготовления резцов, штампов и других режущих, ударно-штамповых и измерительных инструментов. К сталям с особыми свойствами относятся электротехнические, нержавеющие, кислотостойкие, жаропрочные и др.

По качеству стали обычно подразделяют на *обыкновенные* (рядовые), *качественные*, *высококачественные* и *особо высококачественные*. Различие между ними заключается в количестве вредных примесей (S и P) и неметаллических включений. Так, в некоторых сталях обыкновенного качества допускается содержание S до 0,055-0,06 % и P до 0,05-0,07 % (исключение составляет *автоматная* сталь, содержащая до 0,3 % S и до 0,16 % P), в качественных – не более 0,035 % каждого из этих элементов, в высококачественных – не более 0,025 %, в особо высококачественных – менее 0,015 % S. Сера

снижает механические свойства стали, является причиной красноломкости, т.е. хрупкости в горячем состоянии, фосфор усиливает хладноломкость – хрупкость при пониженных температурах.

По типу сталеплавильного агрегата (кислородный конвертер, мартеновская печь, электрическая дуговая печь) сталь называется *кислородно-конвертерной*, *мартеновской* или *электросталью*.

По характеру застывания металла в изложнице различают *спокойную*, *полуспокойную* и *кипящую* сталь. Кипящую сталь сразу разливают из ковша в изложницы, она содержит значительное количество растворенных газов. Спокойная сталь – это сталь, выдержанная некоторое время в ковшах вместе с раскислителями (кремний, марганец, алюминий), которые соединяясь с растворенным кислородом, превращаются в оксиды и выплывают на поверхность массы стали. Такая сталь имеет лучший состав и более однородную структуру, но дороже кипящей на 10-15 %. Полуспокойная сталь занимает промежуточное положение между спокойной и кипящей.

Каждый из этих видов металла имеет достоинства и недостатки. Выбор технологии раскисления и разливки стали определяется ее назначением и технико-экономическими показателями производства.

Мировое производство стали в 2010 г. увеличилось на 15 % по сравнению с 2009 г. и составило 1,414 млрд тонн. Рост производства стали был обеспечен в большей степени развивающими странами.

КНР продолжает оставаться крупнейшей сталепроизводящей страной мира, опережая по объему идущую на втором месте Японию в 5,7 раза, а идущую на четвертом месте Россию – в 9,4 раза (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Мировая десятка стран-производителей стали в 2010 году

№ п/п	Наименование	Количество, млн т
1	Китай	626,7
2	Япония	109,6
3	США	80,6
4	Россия	67,0
5	Индия	66,8
6	Южная Корея	58,5
7	Германия	43,8
8	Украина	33,6
9	Бразилия	32,8
10	Турция	29,0

В 2010 г. в России было произведено 66,2 млн т стали, что на 12,2 % выше, чем в предыдущем году (рис. 5.4).

Россия, с объемами производства на уровне 66,2 млн т за 12 месяцев 2010 г., снизила свою долю в мировом производстве на 0,2 %. Максимум производства стали – 89,7 млн т был достигнут в 1990 г., затем началось падение производства – до 43,7 млн т в 1998 г., с 1999 г. начался подъем и достигнутый уровень в 2010 г. (67 млн т) составил 74 % от 1990 года. В 2009 г. Россия занимала третье место в рейтинге мировых производителей стали (первое и второе – Китай и Япония), в 2010 г. Россия заняла 4-е место, пропустив вперед США.

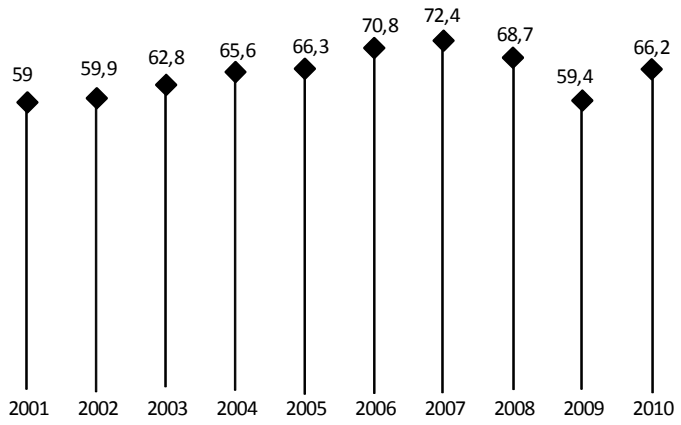


Рис. 5.4. Динамика производства стали в России в 2001-2010 гг., млн т

Сталь нашла применение не только в промышленности, но и в искусстве. В средние века славились арабское оружие и доспехи из стали с плоскими узорами и надписями, выполненными гравированием или насечкой. Эти приемы декорировки оружейники Европы дополнили чеканкой, наводкой и полировкой. С XVI в. в отделке часов, научных приборов и инструментов появляется устойчивая к коррозии зеркальная полировка, использование которой послужило стимулом для выпуска бытовых изделий из стали. В XVIII – начале XIX вв. эстетические свойства стали наиболее ярко раскрылись в изделиях мастеров Тульского оружейного завода (мебель, зеркала, самовары, каминные экраны и т.д.). Как вид народного творчества с середины XIX в. известна златоустовская гравюра на стали. В советский период сталь нашла применение в облицовке интерьеров, а также в скульптуре (В.И. Мухина, «Рабочий и колхозница»).

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ СТАЛИ

Исходными материалами для производства стали служат: передельный чугун, металлолом (скрап), отходы металлургического производства. В промышленно развитых странах Запада использование металлолома носит более

приоритетный характер, чем чугуна, так как это приносит меньше экологических убытков, дает более дешевую продукцию и возможность получения сразу легированных сталей.

Задача плавки состоит в удалении углерода и примесей – фосфора, серы, кремния и др. Процесс состоит из трех этапов:

1. В расплавленной шихте под воздействием вдуваемого кислорода или кислорода добавляемой руды окисляются и всплывают в виде шлака примеси.

2. Углерод окисляется кислородом и удаляется с поверхности - сталь как бы кипит.

3. Так как при продувании часть кислорода соединилась с железом, производится ее *раскисление* путем ввода ферромарганца, ферросилиция и ферроалюминия.

Основными способами получения стали являются мартеновский, кислородно-конвертерный и плавка стали в электропечах. На Ново-Оскольском комбинате применена схема прямого восстановления железа из руд, при которой сталь производится из руды, минуя стадию получения чугуна.

Мартеновский способ получения стали

Мартеновская печь (рис. 5.5) имеет плавильное пространство 4, ограниченное снизу подом 7 (на котором находится ванна выплавляемого металла), сверху – сводом 3.

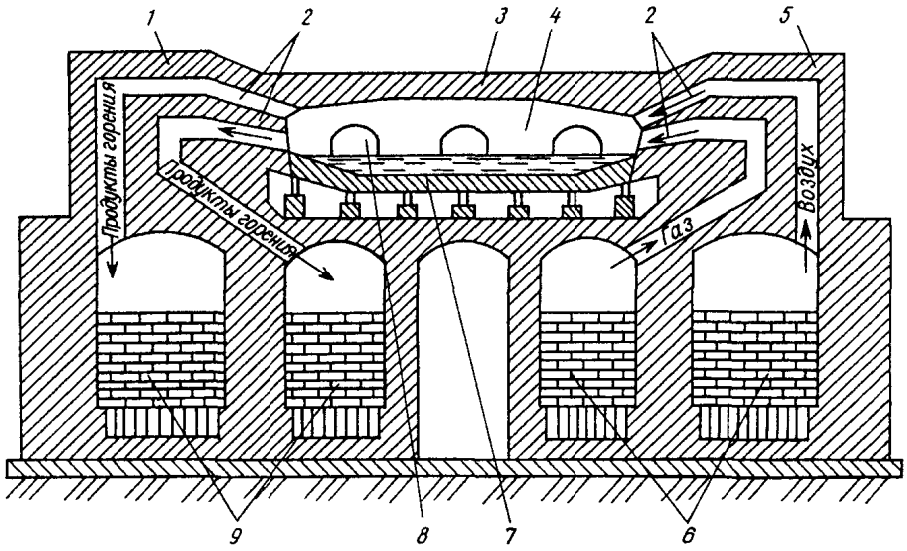


Рис. 5.5. Мартеновская печь:
1, 5 – головки; 2 – каналы; 3 – свод; 4 – плавильное пространство;
6 – регенераторы; 7 – под; 8 – окно; 9 – регенераторы

По сторонам плавильного пространства находятся головки 1 и 5 с каналами 2 для подвода природного газа и воздуха. Завалка шихты (жидкий чугун, лом, руда, флюс) производится через окна 8 в передней стенке печи. Природный газ и воздух проходят через регенераторы 6 нагреваются и смешиваются в плавильном пространстве, газ сгорает, плавит шихту, а продукты горения через каналы 2 головки 1 поступают в регенераторы 9 и нагревают их, после чего уходят в трубу. После охлаждения регенераторы 6 меняются ролями с регенераторами 9. Пока одна пара регенераторов отдает тепло газу и воздуху, вторая пара нагревается продуктами сгорания. Направление газа, воздуха и продуктов сгорания периодически меняется при помощи перекидных клапанов. Перекидка клапанов производится автоматически. Продукты сгорания (дым) поступают в дымовую трубу.

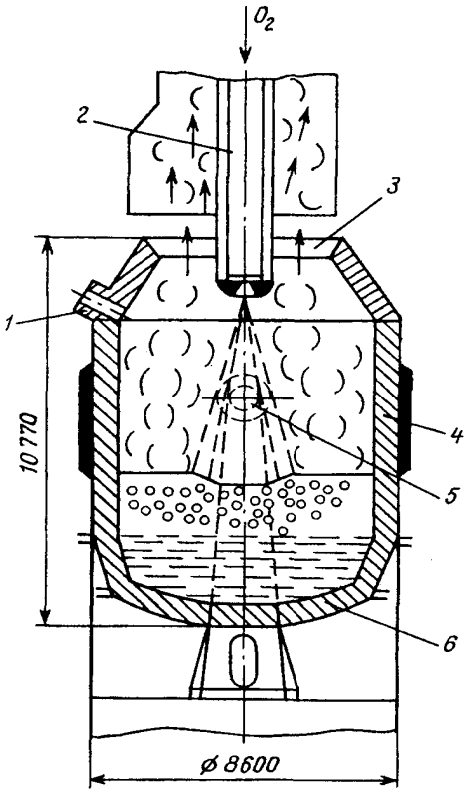


Рис. 5.6. Схема получения стали в кислородном конверторе (на примере 500-тонного конвертора):
1 – летка для слива готовой стали;
2 – водоохлаждаемая фурма; 3 – горловина;
4 – цилиндрическая часть; 5 – ось; 6 – днище

Мартены могут работать как с жидким чугуном, так и с металлоломом, однако значительно уступают конвертерам по производительности (около 80т/ч), капитальным затратам и трудоемкости. Оптимальны мартеновские печи емкостью 500-600 тонн. Средний съем стали с 1 м^2 площади пода мартенов составляет около 10т/м^2 в сутки, расход условного топлива 80-120 кг на 1 т стали. Продолжительность одного цикла при мартеновском способе получения стали – до 12 часов. В качестве топлива в мартеновских печах применяется также угольная пыль и жидкое топливо – мазут или каменноугольные смолы. Конструкция печей, работающих на этом топливе, несколько отличается от описанной ранее.

Кислородно-конвертерный способ получения стали

Кислородный конвертер (рис. 5.6.) – грушевидный сосуд, выложенный огнеупорным кирпичом. Он состоит из конической горловины 3 с леткой 1 для слива готовой стали, цилиндрической части 4 и сферического днища 6 и может наклоняться, поворачиваясь вокруг оси 5. Вмвания мость конвертера от 50 до 500 то 500

После загрузки металлолома и заливки жидкого чугуна (70-85 % от общей массы загрузки) конвертер поворачивается в вертикальное положение, и поверхность чугуна продувается кислородом, подводимым через водоохлаждаемую фурму 2. Температура завалки за счет выгорания примесей повышается, что способствует ускорению процесса.

После получения пробы удовлетворительного состава производится выпуск стали с одновременным ее раскислением; затем сливают шлак. Раскисление стали, производится для удаления из расплава кислорода, присутствующего в нем в виде оксидов железа. Для раскисления стали в ее расплав загружают ферромарганец, ферросилиций или алюминий.

Производительность конвертера емкостью 300 т достигает 500 т/ч – это самый высокопроизводительный метод выплавки стали. Однако невозможность работы конвертера на металлоломе без жидкого чугуна – недостаток этого метода.

По сравнению с мартеновским конвертерный способ производства стали отличается высокой производительностью (процесс длится 50-60 минут, в то время как мартеновский до 12 часов), лучшими экологическими свойствами, так как не используется топливо, и требует меньше капвложений. Недостаток – необходимо строительство кислородного производства.

Плавка стали в электропечах

Плавка стали может осуществляться также в печах, нагреваемых электрическим током. Печи подразделяются на *электродуговые* (рис. 5.7), где плавка происходит за счет электрической дуги, возникающей между шихтой и графитовыми электродами, и *индукционные* (рис. 5.8), где плавка осуществляется нагревом шихты за счет индукции вихревых токов.

Преимущество: быстрая нагреваемость, контролируемость процесса, возможность создания вакуума или установленной определенной газовой среды. Получают сталь высокого качества и заданного состава, так как исключаются примеси. В настоящее время этот способ широко применяют для выплавки высококачественных углеродистых и легированных сталей, а также ферросплавов.

Электродуговые сталеплавильные с поворотным сводом печи (рис. 5.7) ДСП-50, ..., ДСП-400 (цифры указывают на номинальную емкость в тоннах) плавят металл за счет теплоты трех электрических дуг 2, горящих между графитовыми электродами 1 и расплавленным металлом 3. Длина дуг поддерживается в заданных пределах системой автоматического регулирования. Свод при поднятых электродах, поворачиваясь относительно вертикальной оси, открывает печь сверху для загрузки шихты.

Для выпуска металла по желобу 7 и удаления шлака ванна печи может поворачиваться на роликах приводом. Рабочее окно с крышкой 8 служит для удаления шлака, наблюдения за ходом плавки, проведения необходимых операций в ходе плавки (взятие проб, введение легирующих присадок и др.) и заправки стен и порогов.

Расход электроэнергии для ДСП-50 составляет 440 кВт•ч/т, продолжительность плавки составляет 2,8-5,7 часов.

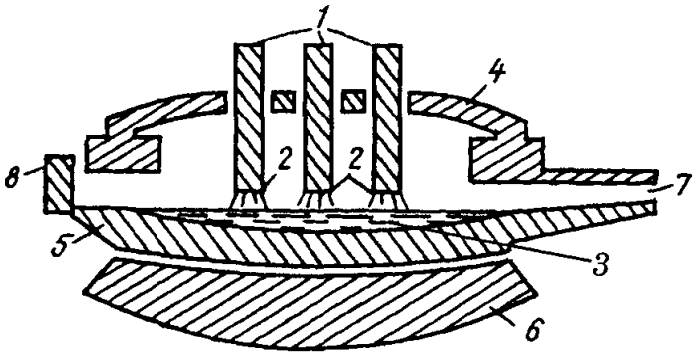


Рис. 5.7. Схема электродуговой печи ДПС50:
1 – электроды; 2 – электрическая дуга; 3 – ванна расплавленного металла; 4 – свод печи; 5 – под печи, вращающийся относительно основания 6; 7 – желоб (летка) для слива металла; 8 – крышка, закрывающая загрузочное окно

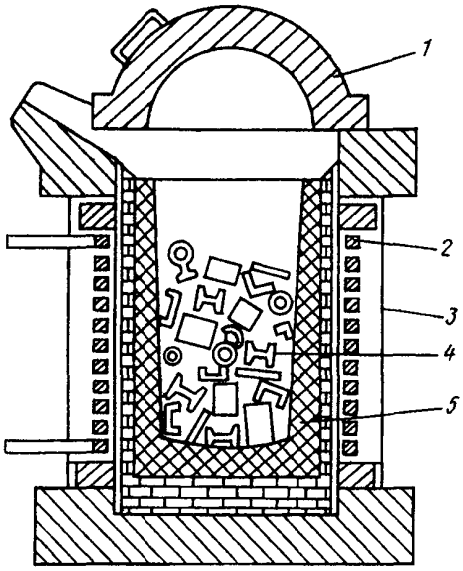


Рис. 5.8. Схема индукционной печи:
1 – съемная крышка; 2 – индуктор; 3 – защитный кожух; 4 – скрап; 5 – огнеупорный тигель

В *индукционной сталеплавильной печи* (рис. 5.8) рабочее тепло создается внутри металлической шихты вихревыми токами, индуцируемыми переменным электрическим полем промышленной (50 Гц) или высокой (6 000-10 000 Гц) частоты.

Индукционные печи эффективны при переработке отходов легированных сталей, так как в них уменьшаются потери металла на угар и нет науглероживания металла от угольных электродов, используемых в дуговых печах.

Сталь из печи выпускают в ковш, который перемещается в отделение *разливки*.

Сталь разливают в чугунные формы – *изложницы* двумя способами: *сверху* или *сифоном* (снизу), обеспечивающим более спокойное заполнение изложниц (рис. 5.9).

Сифонную разливку применяют для качественных *спокойных* (полностью раскисленных) сталей. Металл слитка в прибыльной надставке затвердевает в последнюю очередь, компенсируя усадку при кристаллизации ниже-

лежащих слоев, поэтому образуется усадочная раковина, которая подлежит удалению, что снижает выход годного и удорожает спокойную сталь.

Кипящая сталь, разливаемая сверху, раскислена не полностью. В ней происходит выделение пузырьков окиси углерода, перемешивание и дополнительная очистка металла $FeO + C \rightarrow Fe + CO$, затвердевший слиток пронизан пузырьками газа с неокисленной поверхностью. При прокатке газовые поры завариваются. Кипящая сталь дает высокий выход годного продукта (так как отсутствует сосредоточенная усадочная раковина, а усадка компенсируется объемом пузырей), она дешевле, но несколько уступает спокойной стали по свойствам.

Полуспокойная сталь обладает промежуточными качествами.

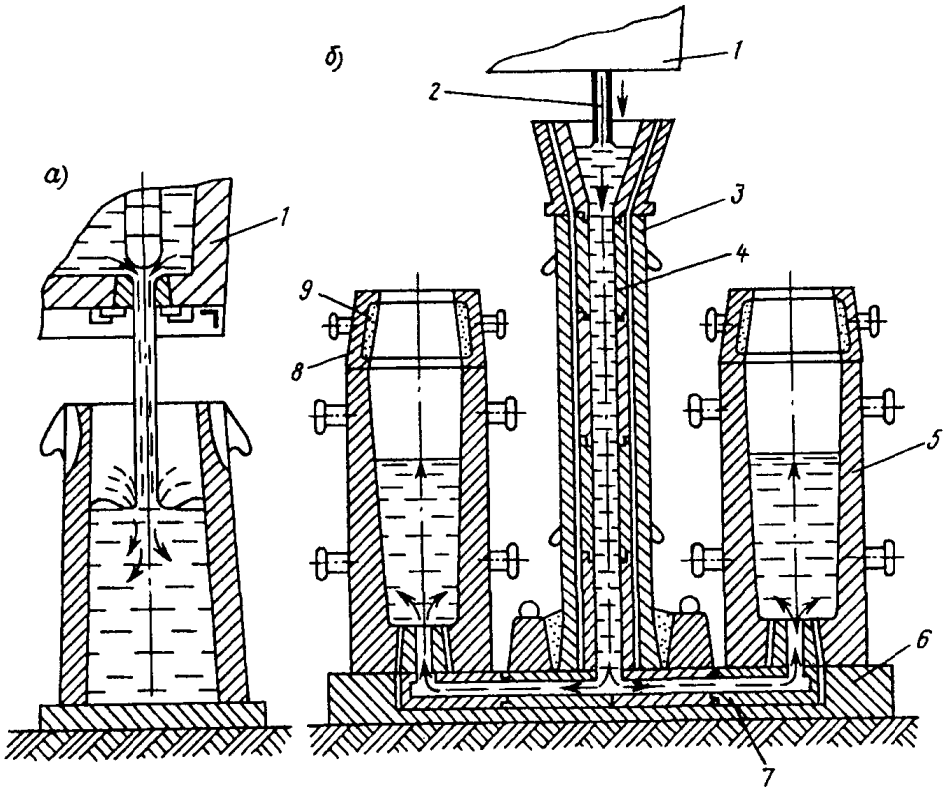


Рис. 5.9. Разливка стали в изложницы:
а) сверху; б) сифоном (снизу): 1 – ковш; 2 – струя стали; 3 – центральный литник; 4 – огнеупоры с каналами; 5 – изложница; 6 – поддон; 7 – огнеупоры поддона с каналами; 8 – прибыльная надставка изложницы; 9 – огнеупорная масса с малой теплопроводностью

Дуговые электропечи, мартены, кислородные конвертеры не обеспечивают получения сталей очень высокого качества, поэтому применяются методы внепечного рафинирования и переплава стали: вакуумирование, обработка стали синтетическим шлаком, электрошлаковый переплав (ЭШП),

вакуумно-дуговой переплав (ВДП), плазменно-дуговой переплав, электронно-лучевой переплав (ЭЛП).

1. *Вакуумирование стали* приводит к усилению процессов раскисления, дегазации и удалению летучих примесей.

2. *Обработка стали синтетическим шлаком* ($CaO + A1_2O_3 + SiO_2$) способствует удалению серы, кислорода и неметаллических включений, в результате чего повышаются пластичность, вязкость и снижается критическая температура хладноломкости.

3. *Электрошлаковый переплав* (ЭШП) позволяет получать слитки массой до 300 т. Заготовка плавится за счет тепла, выделяющегося при прохождении тока через ванну шлака (рис. 5.10). Капли металла, проходя через шлак, активно взаимодействуют со шлаком, в результате чего из металла удаляются неметаллические включения и газы, уменьшается концентрация серы.

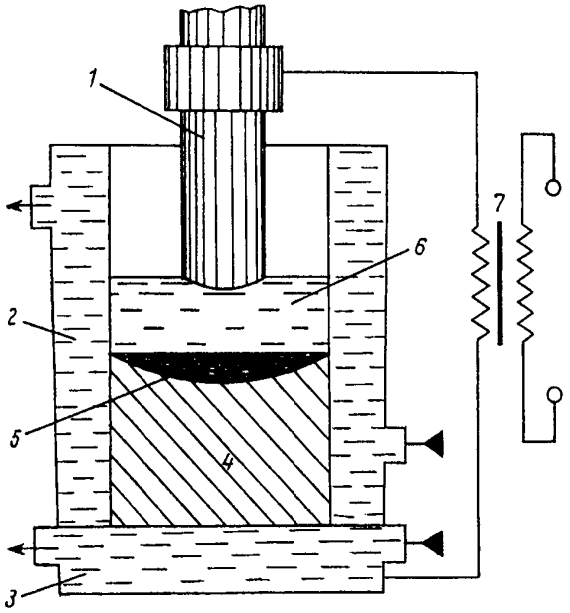


Рис. 5.10. Схема установки для электрошлакового переплава стали:
1 – расходный электрод; 2 – охлаждаемый кристаллизатор; 3 – поддон; 4 – затвердевший металл; 5 – слой жидкого металла; 6 – слой жидкого шлака; 7 – источник электроэнергии

Направленная кристаллизация позволяет получить металл высокой плотности с хорошими свойствами. Для улучшения качества выплавляемого металла в процессе его получения рабочее пространство печи может за-полняться инертным газом.

4. *Вакуумно-дуговой пе-реплав* (ВДП) приводит к дегазации, удалению неметаллических включений, получению однородного химического состава. Позволяет получать слитки массой до 50 тонн.

5. *Плазменно-дуговой переплав* позволяет получать слитки массой до 5 тонн. Плавка с высокотемпературным перегревом и быстрой кристаллизацией в охлаждаемом кристаллизаторе позволяет получить металл, обладающий хорошими свойствами.

6. *Электронно-лучевой переплав* (ЭЛП) позволяет по-

лучать чистые тугоплавкие металлы (цирконий, молибден, ниобий), специальные стали и сплавы в слитках массой до 15 тонн. Здесь металл плавится за счет теплоты, возникающей вследствие бомбардировки металла электронами, разгоняемыми электронными пушками. Разрежение (вакуум), большой перегрев и быстрое охлаждение металла обуславливают удаление газов и примесей, а следовательно, высокое качество металла.

Рафинирование переплавом ведет к большим затратам труда и энергии, что удорожает сталь, поэтому развиваются способы получения качественных сталей из шихты:

1. Плавка в индукционных вакуумных печах обеспечивает глубокую дегазацию и высокую степень раскисления в результате электромагнитного перемешивания и длительного воздействия вакуума.

2. В плазменно-*дуговых печах* контролируемая атмосфера, легкая корректировка состава шлака или его отсутствие ускоряют проникновение в сплав легирующих добавок или рафинирующих газов.

МАРКИРОВКА СТАЛИ

Единой мировой системы маркировки стали не существует. В России (ранее – в СССР) проведена большая работа по унификации обозначений различных марок стали, что нашло отражение в государственных стандартах и технических условиях. Марки углеродистой стали обыкновенного качества обозначаются буквами Ст и номером (Ст0, Ст1, Ст2 и т.д.). Качественные углеродистые стали маркируются двузначными числами, показывающими среднее содержание С в сотых долях процента: 05, 08, 10, 25, 40 и т.д.

Спокойную сталь иногда дополнительно обозначают буквами сп, полуспокойную – пс, кипящую – кп (например, Ст3сп, Ст5пс, 08кп). Буква Г в марке стали указывает на повышенное содержание Mn (например, 14Г, 18Г).

Автоматные стали маркируются буквой А (А12, А30 и т.д.), углеродистые инструментальные стали – буквой У (У8, У10, У12 и т.д.; цифры означают содержание С (углерода) в десятых долях процента).

Обозначение марки легированной стали состоит из букв, указывающих, какие компоненты входят в ее состав, и цифр, характеризующих их среднее содержание. В России приняты единые условные обозначения химического состава стали: алюминий – Ю, бор – Р, ванадий – Ф, вольфрам – В, кобальт – К, кремний – С, марганец – Г, медь – Д, молибден – М, никель – Н, ниобий – Б, титан – Т, углерод – У, фосфор – П, хром – Х, цирконий – Ц. Первые цифры марки обозначают среднее содержание С (углерода) (в сотых долях процента для конструкционных сталей и в десятых долях процента для инструментальных и нержавеющих сталей); затем буквой указан легирующий элемент и цифрами, следующими за буквой, – его среднее содержание. Например, сталь марки 3Х13 содержит 0,3 % С и 13 % Cr, сталь марки 2Х17Н2 – 0,2 % С, 17 % Cr и 2 % Ni. При содержании легирующего элемента менее 1,5 % цифры за соответствующей буквой не ставятся: так, сталь марки 12ХН3А со-

держит менее 1,5 % Cr. Буква А в конце обозначения марки указывает на то, что сталь является высококачественной, буква Ш – особо высококачественной. Обозначение марки некоторых легированных сталей включает букву, указывающую на назначение стали (например, ШХ9 – шарикоподшипниковая сталь с 0,9-1,2 % Cr; Э3 – электротехническая сталь с 3 % Si).

Контрольные вопросы

1. *Дайте определение металлургического комплекса России.*
2. *Какие основные подотрасли входят в состав черной металлургии РФ?*
3. *Перечислите десять самых крупных холдингов черной металлургии РФ.*
4. *Что такое чугун и его классификация?*
5. *Какова динамика производства чугуна в России в 2001-2010 гг.?*
6. *Какова технология получения чугуна?*
7. *Какова маркировка чугуна?*
8. *Что такое сталь и ее классификация?*
9. *Какова динамика производства стали в России в 2001-2010 гг.?*
10. *Какова технология получения стали мартеновским способом?*
11. *Какова технология получения стали конверторным способом?*
12. *Какова технология получения стали в электропечах?*
13. *Перечислите методы внепечного рафинирования и переплава стали и для чего они применяются?*
14. *К чему приводит вакуумирование стали?*
15. *К чему приводит обработка стали синтетическим шлаком?*
16. *Что такое электрошлаковый переплав металла и для чего он выполняется?*
17. *Что такое вакуумно-дуговой переплав металла и для чего он выполняется?*
18. *Что такое плазменно-дуговой переплав металла и для чего он выполняется?*
19. *Что такое электронно-лучевой переплав металла и для чего он выполняется?*
20. *Какова маркировка стали в РФ?*
21. *Каков состав стали марки 12ХН3А?*

5.2. ЦВЕТНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ РОССИИ

5.2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СТРУКТУРА

Цветная металлургия – отрасль металлургии, которая включает добычу, обогащение руд цветных металлов и выплавку цветных металлов и их сплавов. Цветные металлы и их сплавы применяются в значительно меньших объемах и реже, чем черные металлы. Основная масса цветных металлов используется в виде сплавов, так как они обладают более широким спектром физических, механических и химических свойств.

Цветные металлы и сплавы принято делить на группы:

– легкие (Al, Mg, Ti и др.);

– тяжелые (Cu, Ni, Zn и др.);

– тяжелые легкоплавкие (Pb и др.);

– благородные (Au, Ag и др.).

Далее из каждой группы мы рассмотрим те металлы, которые наиболее широко применяются в экономике страны и имеют существенное значение во внешней торговле России. Название сплавов цветных металлов в большинстве случаев соответствует их основе. Так, сплавы на основе меди называют медными, на основе алюминия – алюминиевыми и т.д. Иногда в название сплава входит основной и главный легирующий элемент, например: медно-никелевые, оловянно-свинцовые и др. сплавы.

Пять самых крупных холдингов цветной металлургии (на 01.01.2011) представлены далее.

1. **Открытое акционерное общество «Горно-металлургическая компания «Норильский никель»** («Норильский никель»)

Капитализация компании (на 20.09.2010): 941 млрд рублей.

Вид продукции

ОАО ГМК «Норильский никель» – крупнейшая российская горно-металлургическая компания, которая производит четыре основных металла – никель, медь, палладий и платину, – а также множество побочных металлов, таких как кобальт, родий, серебро, золото, теллур, селен, иридий, рутений.

Предприятия группы занимаются поиском, разведкой, добычей, обогащением и металлургической переработкой полезных ископаемых, производством, маркетингом и реализацией драгоценных и цветных металлов. «Норильский никель» – один из мировых лидеров по производству цветных и драгоценных металлов:

– крупнейший в мире производитель никеля (20 %) и палладия (45 %);

– четвертый в мире производитель платины (11 %);

– один из крупнейших производителей меди (2 %).

Менеджмент компании

Предприятием управляет совет директоров. Председатель совета директоров компании с 1 июня 2011 г. – Андрей Бугров.

Генеральный директор компании – Владимир Стржалковский (с августа 2008 г.).

Владельцы на конец мая 2010 г. (номинально):

– 31 % акций компании владеет «The Bank Of New York International Nominees»;

– 25 % акций комбината сосредоточено у ООО «Объединенная компания РУСАЛ Управление инвестициями»;

– 15 % в собственности «Bonico Holdings Co. Limited»;

– 7 % – «Montebella Holdings Limited»;

– остальные 22 % в руках частных лиц.

Фактические владельцы компании на конец декабря 2008 г.:

– 29,9 % акций принадлежало президенту холдинга «Интеррос» Владимиру Потанину;

– 25 % – компании «Российский алюминий» («UC Rusal») Олега Дерипаски;

– 5 % – Алишеру Усманову.

Состав компании

Производственные подразделения группы находятся на трех континентах в пяти странах мира – России, Австралии, Ботсване, Финляндии и ЮАР.

Основные российские производственные подразделения группы являются вертикально интегрированными и включают:

– Заполярный филиал ОАО «ГМК «Норильский никель» (далее – Заполярный филиал);

– ОАО «Кольская горно-металлургическая компания» (далее – Кольская ГМК).

В Австралии «Норильский никель» владеет:

– предприятием по добыче и выщелачиванию латеритных никелевых руд «Norilsk Nickel Cawse»;

– предприятиями по добыче никеля «Black Swan», «Lake Johnston», «Waterloo»;

– крупным предприятием по добыче сульфидных никелевых руд «Honeymoon Well».

«Норильскому никелю» принадлежит 85 % акций предприятия по добыче сульфидного никеля «Tati Nickel Mining Company», находящегося в Ботсване.

Завод «Norilsk Nickel Harjavalta», входящий в состав группы, является единственным никелерафинировочным заводом в Финляндии.

«Норильскому никелю» принадлежит 50 % акций предприятия по добыче никеля «Nkomati» в ЮАР, разрабатываемого совместно с компанией «African Rainbow Minerals» («ARM»).

В группу также входят:

– научно-исследовательский институт ООО «Институт Гипроникель», расположенный в Санкт-Петербурге с отделениями в городах Норильск и Мончегорск;

– научно-техническое подразделение «Norilsk Process Technology» в Австралии.

«Норильский никель» имеет собственную глобальную сеть представительских и сбытовых офисов в России, Великобритании, Китае, США и Швейцарии.

Место штаб-квартиры компании: Москва.

2. **Объединенная компания «Российский алюминий»** («ОК «РУСАЛ», «United Company RUSAL», «UC Rusal») – российская алюминиевая компания, второй в мире производитель алюминия и глинозема (по итогам 2009 г.). Суммарная мощность всех заводов компании по выплавке алюминия – 4,4 млн т, по выпуску глинозема – 12,3. «Российский алюминий» входит в десятку крупнейших компаний России по объему выручки и является четвертой по этому показателю частной компанией (после трех нефтяных – «ЛУКОЙЛа», «ТНК-ВР» и «Сургутнефтегаза»).

Вид продукции

Предприятия «РУСАЛа» добывают боксит и производят высококачественный глинозем с помощью технологии Байера, метода спекания и их параллельного применения.

Первичный алюминий используется в транспортной, строительной, электротехнической и упаковочной отраслях промышленности. Алюминий высокой чистоты используется в производстве компьютерных винчестеров (жестких дисков) и конденсаторной фольги.

«РУСАЛ» обладает современным литейным комплексом и выпускает широкий ассортимент высококачественных сплавов на основе алюминия. Предприятия «РУСАЛа» выпускают фольгу толщиной от 5 до 240 микрон, гибкую упаковку на ее основе, алюминиевую ленту и фольгу для бытовых и технических целей. Благодаря своим уникальным свойствам алюминиевые порошки, пудры и гранулы рассчитаны на широчайший спектр применения.

Катанка широко используется в кабельной промышленности и в черной металлургии.

«РУСАЛ» выпускает металлургический кремний для производства сплавов системы AlSi, а также рафинированный кремний для химической и электротехнической промышленности.

«РУСАЛ» производит металлургический галлий чистоты 99,99 % и 99,999 %.

«РУСАЛ» – крупнейший в России и один из крупнейших в мире производителей белого электрокорунда.

«РУСАЛ» следит за динамикой и тенденциями мирового спроса на алюминий и развивает производство с учетом потребностей рынка и конечных потребителей. Собственная инженерно-технологическая база позволяет компании создавать и совершенствовать современные технологии производства и выпускать новые виды продукции, отвечающих потребностям конечных потребителей.

Производственная стратегия компании направлена на увеличение выпуска продукции с высокой добавленной стоимостью – сплавов на основе

алюминия. Вместе со своими клиентами «РУСАЛ» работает над созданием новых видов литейной продукции, необходимых в производстве продукта для конечного потребителя. В планах компании – повысить долю выпуска сплавов в общем объеме производстве до 50 %.

Менеджмент компании

Председатель Правления, Генеральный директор «РУСАЛа», Основной владелец компании – Олег Дерипаска. Зарегистрирована компания на британском острове Джерси.

Состав компании

Структура «РУСАЛа» основана на принципах децентрализации управления и максимальной концентрации на каждом из направлений деятельности компании. Основной структурной единицей «РУСАЛа» является дивизион – подразделение, имеющее четкую специализацию и обладающее высокой степенью автономности, в задачи которого входит реализация конкретных направлений стратегии развития компании. В компании работают семь дивизионов:

Алюминиевый дивизион «Восток». Руководитель – В. Полин.

Задачи: развитие и повышение эффективности производства основных мощностей компании, расположенных в Сибири.

Состав: Братский АЗ, Иркутский АЗ, Красноярский АЗ, Новокузнецкий АЗ, Саяногорский АЗ, Хакасский АЗ.

Алюминиевый дивизион «Запад». Руководитель – А. Арнаутов.

Задачи: развитие литейного производства, выпуск продукции с высокой добавленной стоимостью за счет участия в создании новых продуктов конечными потребителями.

Состав: «Kubal» (Швеция), Запарожский АЗ, Волховский АЗ, Волгоградский АЗ, Кандалакшский АЗ, Надвоицкий АЗ.

Глиноземный дивизион «Восток». Руководитель – В. Матвиенко.

Задачи: снабжение глиноземом алюминиевых предприятий «РУСАЛа».

Состав: Ачинский ГК, Богословский АЗ, «Боксит Тимана», Бокситогорский ГЗ, Североуральский бокситовый рудник, Уральский АЗ, Николаевский ГЗ.

Международный глиноземный дивизион. Руководитель – Я. Ицков.

Задачи: производство глинозема для его реализации на международных рынках.

Состав: БГК «Фрия» (Гвинея), Компания бокситов Киндии (Гвинея), Компания бокситов Гайаны (Гайана), «Aughinish Alumina» (Ирландия), «Alpart» (Ямайка), «Eurallumina» (Италия), «Queensland Alumina» (Австралия), «Windalco» (Ямайка).

Упаковочный дивизион. Руководитель – С. Горячев.

Задачи: Производство фольги и продукции на ее основе.

Состав: «Арменал», «Саянал», «Уральская фольга», «Саянская фольга».

Энергетический дивизион. Руководитель – П. Ульянов.

Задачи: развитие энергетической базы «РУСАЛа», реализация стратегии диверсификации и создания глобальной энергометаллургической корпорации.

Состав: проект «БЭМО», «Богатырь Комир» (Казахстан).

Инжинирингово-строительный дивизион. Руководитель – А. Волвенкин.

Задачи: развитие научно-технической базы «РУСАЛа», модернизация производства, создание и внедрение новых технологий.

Состав: Богучанский АЗ, «Коми Алюминий», «РУСАЛ ВАМИ», «Сиб-ВАМИ», «Арева ТиД – Русал Электроинжиниринг», «Глиноземсервис», «Инженерно-строительная компания», «Русская Инжиниринговая Компания», Сервисный центр «Металлург», Тайшетский АЗ, ПО «Дальневосточная атомная электростанция».

Коммерческая дирекция. Руководитель – П. Овчинников.

Состав: ЗАО «Кремний», «Кремний-Урал», «Порошковая Металлургия-Шелехов», «Порошковая Металлургия-Волгоград», «Порошковая Металлургия-Краснотурьинск», «Южно-Уральский криолитный завод», «Полевский криолитный завод», «Шанси РУСАЛ Катод».

Техническая дирекция. Руководитель – В.Манн.

Состав: «ALSCON» (Нигерия), «Инженерно-технологический центр».

Место штаб-квартиры компании: Москва.

3. **Открытое акционерное общество «Уральская горно-металлургическая компания»** («УГМК-Холдинг», УГМК)

Вид продукции

На УГМК приходится 25 % отечественного рынка проката цветных металлов, более 50 % европейского рынка медных порошков, около 60-70 % российского экспорта угля в страны Западной и Восточной Европы.

УГМК – второй по величине (после ГМК «Норильский никель») производитель меди в России. Основными видами производственно-хозяйственной деятельности являются:

– добыча и переработка медного сырья и производство медных катодов;

– производство продукции повышенной степени готовности из меди и других цветных металлов: медной катанки, кабельной продукции, медных порошков, изделий из медных порошков, проката цветных металлов, радиаторов и др.;

– извлечение содержащихся в медном сырье металлов: производство золота и серебра в слитках банковской чистоты, производство селена и теллура;

– производство химической продукции: кислоты серная, медного купороса, никеля сернокислого, ксантогената;

– добыча и переработка цинкового сырья, производство цинка и продукции на основе цинка;

– услуги по цинкованию металлоконструкций;

– переработка вторичного свинецсодержащего сырья, производство свинца и свинцовых сплавов;

– добыча железной руды и производство железорудного концентрата;

– производство стального проката и калиброванной стали;

– производство продукции стройиндустрии: кирпич, щебень и т.д.;

– реализация проектов по строительству жилых зданий, застройке торговых и офисных площадей;

– производство сельскохозяйственной продукции.

Менеджмент компании

Основным владельцем компании считается Президент компании Искандер Махмудов. Генеральный директор – Андрей Козицын.

Состав компании

УГМК объединяет почти 50 предприятий различных отраслей промышленности, расположенных в различных регионах России. С годовым оборотом в несколько миллиардов долларов УГМК входит в число крупнейших вертикально-интегрированных компаний страны.

Цветная металлургия:

– *минерально-сырьевой комплекс*: Гайский ГОК (Оренбургская обл.), Урупский ГОК (Карачаево-Черкесская республика), «Электроцинк», Садонский рудник (РСО-Алания), «Башкирская медь» (Республика Башкортостан), «Уралэлектромедь», «Сафьяновская медь» (Свердловская область), «Сибирьполиметаллы», «Святогор», Северный медно-цинковый рудник, Волковский рудник (Свердловская область), Богословское рудоуправление, Турьинский рудник (Свердловская область);

– *металлургический комплекс*: «Уралэлектромедь» (Свердловская обл.), «Святогор» (Свердловская область), «Электроцинк» (РСО-Алания), Среднеуральский медеплавильный завод (Свердловская область), Сухоложский завод вторичных цветных металлов (Свердловская область), «Катур-Инвест» (Свердловская область);

– *перерабатывающий комплекс*: управляющая компания ООО «УГМК-ОЦМ»; Кировский завод по обработке цветных металлов (г. Киров), Завод медных труб (г. Майданпек, Республика Сербия), «Кольчугцветмет» (Владимирская область;

– *электротехнический комплекс*: «Сибкабель» (г. Томск), «Уралкабель» (г. Екатеринбург);

– *машиностроительный комплекс*: Шадринский автоагрегатный завод (Курганская область), «Оренбургский радиатор» (г. Оренбург).

Черная металлургия:

– *минерально-сырьевой комплекс*: управляющая компания ООО «УГМК-Сталь»: Богословское рудоуправление (Свердловская область), «Святогор», Волкоский рудник (Свердловская область), «Метмаш» (Свердловская область), предприятия по заготовке лома;

– *металлургический комплекс*: металлургический завод им. Серова (Свердловская область), Тюменский электрометаллургический завод (Тюменская область).

Научная база:

– «Уралмеханобр» (г. Екатеринбург);

– «НИКИ» (г. Томск).

Строительный комплекс:

– *проектирование и строительство*: «УралМедьСтрой» (г. Екатеринбург), «Екатеринбург-Сити» (г. Екатеринбург);

– *производство строительных материалов*: Ревдинский кирпичный завод (Свердловская обл.), Торговый дом «Урал-Щебень».

Агропромышленный комплекс: управляющая компания ООО «УГМК-АГРО»:

– *производство сельскохозяйственной продукции*: агрофирма «Патруши» (Свердловская обл.), агрофирма «Шутихинская» (Курганская обл.), «Тепличное» (г. Екатеринбург);

– *переработка сельскохозяйственной продукции*: Верхнепышминский молочный завод (Свердловская область), Екатеринбургский мукомольный завод (г. Екатеринбург), «Улыбка лета» (г. Екатеринбург), ОАО «Макушинский элеватор» (Курганская обл.).

Сфера услуг:

– НПФ «УГМК-Перспектива» (г. Екатеринбург), гостиничный комплекс «Уралэлектромедь» (Свердловская область), ЕМЦ «УГМК-Здоровье» (г. Екатеринбург).

Телекоммуникационный комплекс:

– «ГМК-Телеком» (Свердловская обл.).

Место штаб-квартиры компании: г. Верхняя Пышма, Свердловская область.

4. **ОАО «Корпорация ВСМПО-Ависма»** («ВСМПО-Ависма», «Ависма»)

Капитализация компании (на конец 2007 года в РТС): $3,5 млрд.

Вид продукции

Корпорация «ВСМПО-АВИСМА» – мировой лидер по производству титана, надежный партнер на мировом титановом рынке, первый поставщик титана для «AIRBUS INDUSTRIE» и второй – для компании «BOEING».

Сегодня корпорация поставляет на экспорт 70 % своей титановой продукции, 30 % идет на внутренний рынок. Основные российские потребители титана – авиастроительные заводы, а также работающие в кооперации с ними мотостроительные заводы. У российского титана три направления:

– работа на аэрокосмическую и оборонную промышленность Российской Федерации и стран СНГ;

– обеспечение базовых отраслей экономики России;

– выход на мировые рынки, в частности, в наиболее престижные их секторы – авиацию, космос, химию, энергетику, экологию.

Продукция: титан, ферротитан, алюминий и изделия из них.

Менеджмент компании

66 % акций «ВСМПО-Ависмы» принадлежит «Оборонимпэксу», дочерней компании «Ростехнологии», 4 % – экс-генеральному директору «ВСМПО-Ависмы» Владиславу Тетюхину.

Основные ключевые лица компании: Чемезов Сергей (Председатель совета директоров), Воеводин Михаил (Генеральный директор корпорации).

Состав компании

В составе корпорации две промышленные площадки – «ВСМПО» (Верхне-Салдинское металлургическое производственное объединение) в г. Верхняя Салда Свердловской области и «АВИСМА» – филиал в г. Березники Пермского края, которые связаны между собой единой технологической цепочкой. Титано-магниевый комбинат «АВИСМА» – крупнейший в мире производитель титановой губки – исходного сырья для производства титана.

Место штаб-квартиры компании: г. Верхняя Салда (Свердловская область). Компания имеет представительство в г. Москве.

5.2.2. МЕДЬ И ЕЕ СПЛАВЫ

СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Медь (лат. *Cuprum*, *Cu*) – это химический элемент, относящийся к группе тяжелых металлов. Температура плавления меди 1083 °С, прочность невелика, высокая пластичность, электропроводность и теплопроводность, красновато-розового цвета. Технически чистая медь применяется в основном как электропроводящий материал.

Обладая замечательными свойствами, медь в то же время как конструкционный материал не удовлетворяет требованиям машиностроения, поэтому ее легируют, т.е. вводят в ее состав такие металлы, как цинк, олово, алюминий, никель и др., за счет чего улучшаются ее механические и технологические свойства. Наиболее широко используются *латуни, бронзы* и *медно-никелевые* сплавы.

Латунь содержит до 50 % цинка. Латунь с содержанием 3-12 % Zn имеет специальное название – томпак. Простые латуни маркируются буквой Л, а после этой буквы следует цифра, указывающая содержание в сплаве меди (Л96, Л62 и др.).

Специальные латуни – это группа латуней, в которые для улучшения механических и химических свойств дополнительно вводят олово, кремний, марганец, алюминий и железо. Специальные (сложные) латуни маркируются буквой Л (латунь), после которой следуют буквы, обозначающие легирующий элемент: А – алюминий, Ж – железо, К – кремний, М – марганец, Н – никель, С – свинец, Ц – цинк, Ф – фосфор и т. д. Первые две цифры, следующие за буквами, указывают среднее содержание меди в процентах, а остальные цифры – содержание соответствующих легирующих элементов. Например, ЛАЖ60-1-1 – латунь с содержанием меди, алюминия, железа соответственно 60; 1 и 1 %, остальное цинк и примеси.

Бронза. Первоначально бронзами называли сплавы меди и олова, а теперь разработаны сплавы меди с другими элементами, кроме цинка, и их тоже называют бронзами. Микроструктура бронз – твердые растворы.

Оловянистые бронзы — сплавы меди с оловом. На практике используют бронзы с содержанием олова до 10-12 %.

Сплавы, более насыщенные оловом, хрупки и поэтому не обладают необходимой конструкционной прочностью.

Алюминиевые бронзы – бронзы, содержащие до 90 % A1, обладают повышенными литейными свойствами и их применяют для фасонного литья.

Кремнистые бронзы обычно имеют в своем составе 3-4 % Si. Они более прочны и дешевы, чем оловянистые бронзы. Кремнистая бронза обладает высокой устойчивостью против коррозии в ряде агрессивных сред, в особенности в щелочах.

Бериллиевые бронзы содержат 2,0-2,5 % Be и обладают наилучшим *комплексом свойств* из всех известных бронз. Бериллиевые бронзы упрочняются закалкой и старением.

Свинцовистые бронзы содержат до 30 % РЬ. Микроструктура: механическая смесь кристаллов (зерен) меди и свинца. Это обеспечивает хорошие антифрикционные свойства сплава. Применяют для изготовления вкладышей подшипников скольжения.

Маркируются бронзы буквами Бр и далее буквами, обозначающими легирующие элементы (как и в случае с маркировкой латуней и легированных сталей). Цифры, следующие за буквами, показывают количество соответствующих присадок в процентах. Например, оловянистая бронза Бр ОЦ 4-3, кремнистая бронза Бр КМЦ 3-1-1, бериллиевая бронза Бр Б2, свинцовистая бронза Бр СЗО и т. д.

Медно-никелевые сплавы – сплавы, содержащие никель в качестве главного легирующего элемента. При добавлении никеля к меди возрастают ее прочность и электросопротивление, снижается температурный коэффициент электросопротивления, сильно повышается стойкость против коррозии. Медно-никелевые сплавы хорошо обрабатываются давлением в горячем и холодном состоянии; из них получают листы, ленты, проволоку, прутки, трубы, штампуют различные изделия. Медно-никелевые сплавы подразделяют на *конструкционные* и *электротехнические*. *Конструкционные* медно-никелевые сплавы отличаются высокой коррозионной стойкостью и красивым серебристым цветом, к ним относятся мельхиор и нейзильбер.

Мельхиор – сплав, который имеет обширное применение как металл, заменяющий во многих случаях серебро; состоит из меди, цинка и никеля. Отношение составных частей бывает различное: сплав, наиболее похожий на серебро, содержит 50 % Cu, 25 % Zn и 25 % Ni. Отливки, например, подсвечники и т. п., делаются из сплава, в котором 60 % Cu, 20 % Zn и 20 % Ni. Мельхиор тверже серебра, прекрасно полируется, имеет серовато-белый цвет. Наиболее ценное свойство мельхиора – высокая стойкость против коррозии в воздушной атмосфере, пресной и морской воде. Увеличенное содержание никеля, а также добавки железа и марганца обеспечивают повышенную коррозионную и кавитационную стойкость, особенно в морской воде и в атмосфере водяного пара.

Нейзильбер – сплав меди с 5-35 % Ni и 13-45 % Zn. При повышенном содержании никеля имеет красивый белый цвет с зеленоватым или синеватым отливом и высокую стойкость против коррозии. Дорогие изделия из сплавов типа нейзильбера под названием «пакфонг» завезены в Европу из Китая еще в XVIII веке.

Электротехнические медно-никелевые сплавы имеют высокое электросопротивление и высокую термоэдс (термоэлектродвижущую силу) в паре с другими металлами. Их применяют для изготовления резисторов, реостатов, термопар. К электротехническим медно-никелевым сплавам относятся константан, копель и другие сплавы. Благодаря разнообразным ценным свойствам медно-никелевых сплавов, находят широкое применение в электротехнике, судостроении, для производства посуды, художественных изделий массового потребления, в медицинской промышленности, пирометрии.

Константан – термостабильный сплав на основе меди (около 59 %) с добавкой никеля (39-41 %) и марганца (1-2 %) – имеет большое электрическое сопротивление и применяется в виде проволоки и лент в реостатах электроизмерительных приборах.

Копель – медно-никелевый сплав, содержащий ~43 % Ni и ~0,5 % Mn. По химическому составу, физическим и механическим свойствам копель близок к константану, температура плавления копеля около 1290 °С. Из всех медно- никелевых сплавов копель обладает максимальной термоэлектродвижущей силой в паре с хромелем. Применяется главным образом в пирометрии в качестве отрицательного термоэлектрода термопар при измерении температур до 600 °С, а также в качестве компенсационных проводов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ МЕДИ

Медь из руды получают преимущественно пирометаллургическим (с применением высоких температур) способом. Технологическая система получения меди содержит следующие процессы (рис. 5.11):

1. Обогащение руды методом флотации, основанное на различной смачиваемости соединений меди и пустой породы. Размельченная руда помещается в суспензию с флотационным агентом, например, пихтовым маслом, который создает пленку на поверхности рудных частичек. При продувке воздухом образуемые пленкой пузырьки собираются на поверхности руды и увлекают ее наверх в виде пены. Пустая порода, к которой масло не пристает, опускается на дно. Собранная и высушенная пена-концентрат содержит до 30 % меди.

2. Концентрат обжигается, в результате получается сернистый газ, который идет на получение серной кислоты и обожженный медный концентрат. Обожженный концентрат переплавляется в отражательных печах с получением медного штейна – продукта, состоящего из меди и сульфидов железа.

3. Штейн продувается в конвертерах кислородом с получением черновой меди, содержащей 1,5 % примесей. При продувке в присутствии кварце-

вого песка сульфиды железа переходят в окись железа и уходят в шлак, а получающийся сернистый газ также идет на приготовление серной кислоты.

4. Очистка (рафинирование) черновой меди осуществляется огневым или электролитическим методом. При огневом методе проходящий через расплав меди воздух в присутствии деревянных жердей окисляет и выводит примеси, при электролитическом методе черновая медь устанавливается в качестве анода, катодом служат медные листы. При пропускании тока анод растворяется, и медь оседает на катоде – на дне. За 10 дней получается лист меди 60-90 кг. При этом примеси осаждаются на дне ванны в виде шлама. Иногда в шламе содержится до 35 % серебра, 6 % селена, 1 % золота, поэтому шламы обычно перерабатывают для получения этих элементов.

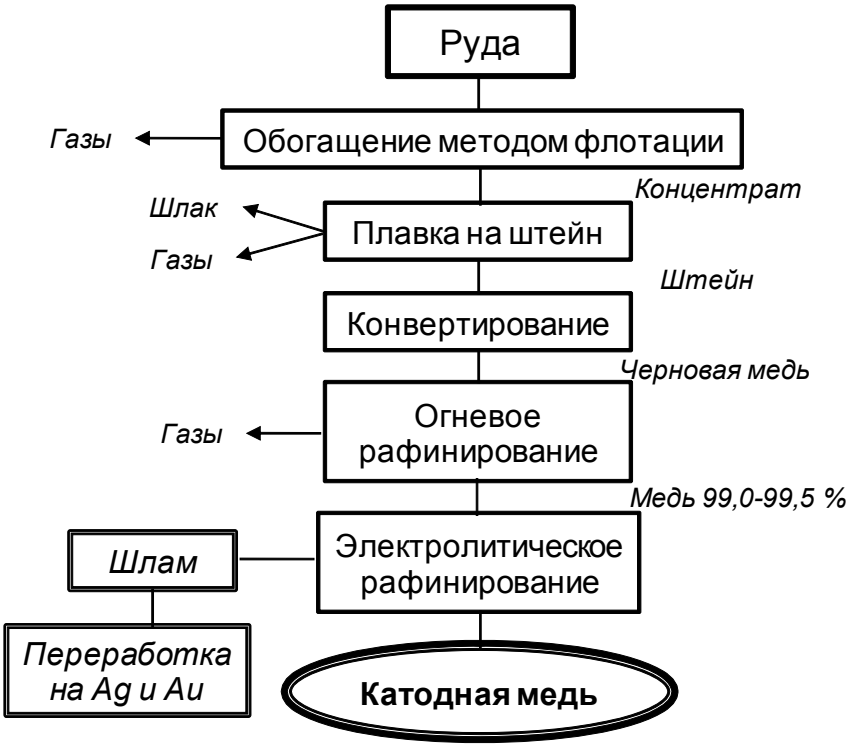


Рис. 5.11. Схема технологического процесса производства меди

Как видно из схемы получения меди, ее производство сопряжено с высокими затратами энергии и экологически вредно.

5.2.3. АЛЮМИНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ

СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Алюминий (лат. *Aluminiumm, Al*) обладает следующими свойствами:

– лёгкий пластичный металл серебристо-белого цвета;

– легко поддается формовке, литью, механической обработке;

– химически стоек против азотной и органических кислот, но разрушается щелочами, а также соляной и серной кислотами;

– высокая тепло- и электропроводность, стоек к коррозии;

– невысокая механическая прочность;

– алюминиевые сплавы коррозионно-стойкие в силу того, что на их поверхности образуется плотная защитная окисная пленка Al_2O_3.

Алюминий находится практически везде на земном шаре, так как его оксид (Al_2O_3) составляет основу глинозема. Алюминий в природе встречается в соединениях, его основные минералы: боксит, алунит, нефелин, орунд, полевой шпат (ортоклаз), каолинит.

Важнейшее свойство алюминия – небольшая плотность, он в три раза легче железа. Механические свойства алюминия невысоки: сопротивление на разрыв – 5-9 кгс/мм^2, относительное удлинение – 25-45 %. Высокая пластичность (достигается отжигом при температурах 350-410 °С) этого металла позволяет прокатывать его в очень тонкие листы, например, фольга может иметь толщину до 0,005 мм. Алюминий хорошо сваривается, однако трудно обрабатывается резанием.

Так как прочность алюминия очень незначительна, то в качестве конструкционных материалов применяют его сплавы. Сплавы подразделяются на *деформируемые* – в основном *дюралюминий* – *и литейные* – главным образом *силумин*.

Дюралюминий, дюраль – сплав алюминия с медью (2,2-5,2 %), магнием (2-2,7 %) и марганцем (0,2-1,0 %). Его подвергают закалке в воде после нагрева до температуры около 500 °С и упрочняющему старению. По своим механическим свойствам он приближается к среднеуглеродистым сталям. Применяется главным образом в виде различного проката (листы, уголок, трубы и т.д.). Как конструкционный материал он используется для транспортного и авиационного машиностроения.

Силумин – сплав алюминия и кремния, обладает хорошими литейными свойствами, мягкий, применяется для изготовления неответственных деталей методом литья и давления. Кроме алюминия (основа) и кремния (10-13 %), в этот сплав входят: железо – 0,2-0,7 %, марганец – 0,05-0,5 %, кальций – 0,07-0,2 %, титан – 0,05-0,2 %, медь – 0,03 % и цинк – 0,08 %. Могут использоваться также сплавы алюминия с цинком, магнием и т.д.

Алюминий и его сплавы применяются в самолето- и машиностроении, при строительстве зданий и линий электропередач, в других отраслях промышленности. Из него изготовляют различные емкости и арматуру для хи-

мической промышленности, в пищевой промышленности применяется упаковочная фольга из алюминия и его сплавов (для упаковки кондитерских и молочных изделий). Широкое признание получила алюминиевая посуда. Алюминий хорошо подвергается различным тонким покрытиям и окраске, поэтому его используют и как декоративный материал.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ

Производство алюминия – сложный технологический процесс. В свободном виде алюминий вследствие своей активности не встречается. Его получают из минералов – бокситов, нефелинов и алунитов, при этом сначала производят глинозем, а затем из глинозема путем электролиза получают алюминий (рис. 5.12).

Технологическая схема производства алюминия содержит следующие процессы:

1. Получение глинозема Al_2O_3 путем выщелачивания концентрированным раствором щелочи измельченного боксита и его последующего прокаливания.

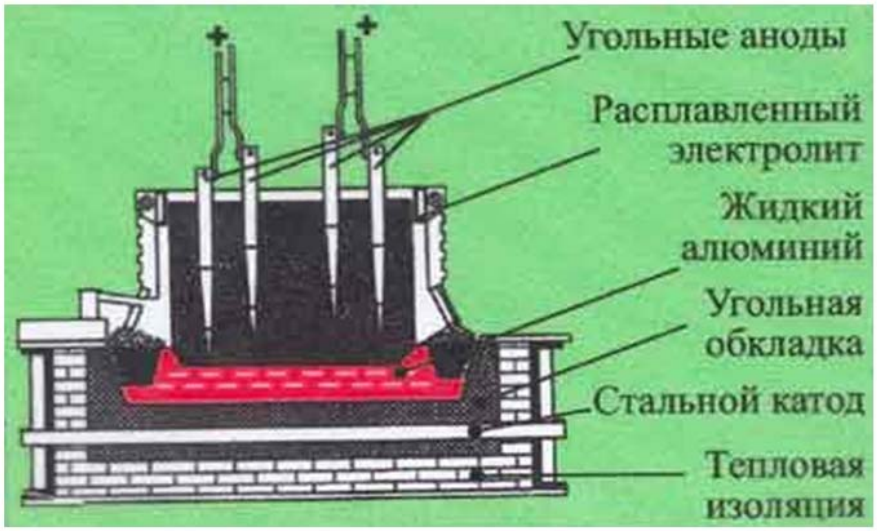


Рис. 5.12. Схема производства алюминия

2. Растворение глинозема в расплаве криолита (Na_3AlF_6) и его электролиз в ванне с угольным анодом и покрытым угольными блоками катодом. Анионы алюминия нейтрализуются на катоде и выпадают в расплав.

На производство 1 т алюминия уходит 17-18 тыс. кВт электроэнергии.

3. Электролитическое рафинирование, аналогичное рафинированию меди, где анодом являются алюминиевые блоки. Алюминий всех марок содержит более 99% алюминия.

Суммируя реакции первичных и вторичных процессов, получаем суммарные уравнения реакций электролиза: $A1_2O_3 + 3C \rightarrow 2A1 + 3CO$.

Основным аппаратом в процессе электролитического получения алюминия является электролизер. Электролизер состоит из катодного и анодного устройств. Катодное устройство представляет собой металлический кожух прямоугольной формы с огнеупорной изоляцией, футерованный изнутри угольными плитами и блоками. Электролизер снабжен системой газоулавливания и дожигания оксида углерода, устройством для непрерывной подачи глинозема и системой откачивания металлического алюминия. Анодное устройство состоит из угольных анодов, частично (до 0,5 м) погруженных в расплавленный электролит и запрессованных в них токоподводов.

5.2.4. ТИТАН И ЕГО СПЛАВЫ

СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Титан (лат. *Titanium, Ti*) – серебристо-белый металл. Его коррозийная стойкость выше нержавеющей стали за счет оксидной пленки (аналогично алюминию). Абсолютно стоек в морской воде и атмосферных условиях, во многих кислотах, но реагирует с плавиковой кислотой. Легкий металл, тугоплавкий, высоко пластичен, хорошо обрабатывается давлением, плохо резанием, обладает высокой прочностью. Сочетание высокой механической прочности, немагнитности и коррозионной стойкости при достаточной технологичности делают титан и его сплавы весьма ценными для применения в ряде областей техники и медицины. Например, в авиационной промышленности из них изготовляют обшивки самолетов и многие детали компрессоров; в судостроении – обшивку судна, теплообменники, гребные винты; в химическом и нефтяном машиностроении – резервуары, фильтры, теплообменники, трубопроводы.

Большое значение титановые сплавы приобретают в энергетическом машиностроении. Из них изготовляют лопатки турбин низкого давления, лопатки компрессоров, бандажные кольца, крепежные и другие изделия. Нашли они также применение в медицине для изготовления скрепляющих пластин и гвоздей при переломах костей, изготовления хирургических инструментов и аппаратуры современной медицины.

В последние годы титан широко стал применяться для изготовления бытовой техники и инструмента. Однако широкое применение титана в ряде областей ограничивается его высокой стоимостью.

Титан впервые был открыт в 1791 г., в чистом виде выделен в 1925 г., а первый промышленный металл получен только в 1948 году. Ценные свойства титана как конструкционного материала привели к такому росту его произ-

водства, какого не знала даже рекордная в этом отношении алюминиевая промышленность. В 1948 г. было получено всего 2,5 т титана, а в 1957 г. мировое производство его уж составляло 30 000 тонн.

По распространенности в земной коре титан среди металлов занимает четвертое место после алюминия, железа и магния, т.е. в природе его больше, чем таких давно и широко применяемых металлов, как медь, свинец, олово, цинк, никель, серебро, золото и платина, вместе взятых.

Широкая распространенность в земной коре и прекрасное сочетание физических и химических свойств делают титан одним из лучших металлов настоящего и будущего.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ТИТАНА

Основными промышленными рудами, из которых получают титан, являются рутил (TiO_2) и ильменит ($FeOTiO_2$), содержащий 53 % ~TiO_2 и 47 % FeO. Технология получения титана очень сложная и экологически вредная.

Краткое описание технологического процесса

Основным материалом для получения титана являются ильменитовые руды. Полученный после электромагнитного или гравитационного обогащения руды концентрат подвергают восстановительной плавке с целью удаления оксидов железа. Для этого концентрат в смеси с коксом плавят и выдерживают в печи при 1700 °С. В результате железо восстанавливается, науглероживается и образует побочный продукт – чугун, а оксид титана TiO_2 переходит в шлак. Полученный шлак, состоящий из 65-85 % TiO_2 и других примесей, брикетируют с коксом и подвергают хлорированию в специальных шахтных печах при температуре 600 °С. В присутствии угля титан из диоксида переходит в тетрахлорид $TiCl_4$.

Тетрахлорид титана плавится при температуре –23 °С и кипит при +136 °С, поэтому в условиях печи он испаряется и, увлекая за собой летучие хлориды примесей ($SiCl_4$, $MgC1_2$, $FeC1_3$ и др.), направляется в конденсационную установку.

Наличие в установке ряда секций с различным перепадом температур позволяет разделить хлориды и таким образом выделить четыреххлористый титан, который дальше подвергают очистке методом ректификации.

Малолетучие хлориды магния, кальция и других металлов образуют жидкость, из которой электролизом получают магний и хлор.

Четыреххлористый титан восстанавливают в стальных ретортах диаметром до 1,5 м и высотой до 3 метров. Реторта устанавливается в электропечь, которая заполняется аргоном. Затем печь нагревают до 750-800 °С, и в реторту заливают жидкий тетрахлорид титана и магний.

Частицы восстановленного титана спекаются в пористую массу – губку, а жидкий хлористый магний сливают и направляют на электролиз для получения магния и хлора.

Титановая губка содержит в порах до 35-45 % магния и хлористого магния, а также некоторые другие примеси, поэтому ее подвергают очистке методом вакуумной дистилляции – выдержке в течение нескольких десятков часов в вакууме при температуре 900 °С. При этом часть примесей удаляется в виде расплава, другие испаряются и затем конденсируются. Плавку титановой губки осуществляют в вакуумных электродуговых печах. Одним из электродов служит стержень из прессованной титановой губки, другим – расплавленный металл. При горении дуги стержень оплавляется, капли титана стекают в тигель и затвердевают в слиток. Вакуум предохраняет металл от окисления и способствует его очистке от растворенных газов.

К титану и его сплавам применимы все виды механической обработки: точение, сверление, фрезерование, шлифование, полирование и др. Однако для этого требуются специальный инструмент и разработка наиболее рациональных режимов резания.

5.2.5. НИКЕЛЬ И ЕГО СПЛАВЫ

СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Никель (лат. *Niccolum, Ni*) – сравнительно мало распространен в природе, находится рудах: мышьяковистый никель NiAs (купферникель), никелевый блеск и др. Самородный никель встречается в метеоритах. Никель обладает сходством с металлом кобальтом, серебристо-белый, сильно блестящий, вальцуется в листы и тянется в проволоку, удельный вес 8,9, плавится около 1500 °С, на воздухе окисляется незначительно, на чем основано никелирование. По свойствам своим никель занимает промежуточное место между кобальтом и медью; в периодической системе никель помещен в восьмую группу элементов.

Никель находит обширное применение в сплавах с медью и цинком (никелевая монета, мельхиор), а также со сталью, причем в стали повышается предел упругости и сопротивление разрыву (при содержании никеля от 2 до 4 %).

Никель является основой большинства суперсплавов – жаропрочных материалов, применяемых в аэрокосмической промышленности для деталей силовых установок:

– монель-металл (65-67 % Ni + 30-32 % Cu + 1 % Mn), жаростойкий до 500 °С, очень коррозионно-устойчив;

– белое золото (например, 585 проба содержит 58,5 % золота и сплав (лигатуру) из серебра и никеля (или палладия));

– нихром, сплав сопротивления (60 % Ni + 40 % Cr);

– пермаллой (76 % Ni + 17 %Fe + 5 % Cu + 2 % Cr), обладает высокой магнитной восприимчивостью при очень малых потерях на гистерезис;

– инвар (65 % Fe + 35 % Ni), почти не удлиняется при нагревании.

Кроме того, к сплавам никеля относятся никелевые и хромоникелевые стали, нейзильбер и различные сплавы сопротивления типа константана, никелина и манганина.

Никелирование – создание никелевого покрытия на поверхности другого металла с целью предохранения его от коррозии. Проводится гальваническим способом с использованием электролитов, содержащих сульфат никеля, хлорид натрия, гидроксид бора, поверхностно-активные и глянцующие вещества, и растворимых никелевых анодов. Толщина получаемого никелевого слоя составляет 12-36 мкм. Устойчивость блеска поверхности может быть обеспечена последующим хромированием (толщина слоя хрома 0,3 мкм).

Никель применяется при производстве железо-никелевых, никель-кадмиевых, никель-цинковых, никель-водородных аккумуляторов.

Никель применяется в медицине при изготовлении брекет-систем (никелид титана), при протезировании.

Никель широко применяется при производстве монет во многих странах. В США монета достоинством в 5 центов носит бытовое название «никель».

Также никель используется для производства обмотки струн музыкальных инструментов.

ПОЛУЧЕНИЕ НИКЕЛЯ

Запасы никеля в мире на январь 2011 г., по данным USGS (геологическая служба США), составили 76,1 млн тонн. Основные запасы никеля сосредоточены в Австралии, которая по итогам 2010 г. заняла первое место с показателем 31,5 % в общих итогах. На втором месте – Бразилия с показателем 11,4 % в общих итогах. Остальные страны имеют до 10 % запасов в общем количестве. Россия по запасам занимает четвертое место – 7,9 % мировых запасов никеля.

Мировая добыча никеля в 2010 году увеличилась на 11 % – до 1,5 млн тонн. Несмотря на огромные запасы никеля в Австралии, основной страной, добывающей никель из недр, является Россия, которая добывает 18 % мирового объема. Также отметим, что Россия увеличила добычу никеля в 2010 г. на 3 % – до 276,3 тыс. тонн. Наиболее заметные объемы добычи также у Индонезии – 15 %, Филиппин – 10 % и Канады – 10 %. В основном в рассматриваемых странах произошло повышение добычи никеля, внутри страны снизили добычу никеля: Австралия, Китай, Колумбия. Заметно повысила добычу Новая Каледония – на 49 % (до 138 тыс. т).

Крупнейшей мировой компанией по производству никеля в 2010 г. является российское ОАО «ГМК «Норильский Никель», занимающее в общих объемах мирового производства 20,8 %. По объему производства в 2010 г. наряду могут встать: «BHP» с долей в мировой добыче 12 %,»VALE» – с долей в мировой добыче 10,7 % и «JINCHUAN» – с долей 7,6 %.

Импортирует руды и концентраты никелевые, в основном, Китай, занимающий в объемах 75 %. Отметим, что в 2010 г. в мире было импортировано 30,5 млн т руд и концентратов никелевых, из которых – в Китай 22,8 млн тонн.

Основную массу никеля получают из гарниерита и магнитного колчедана одним из следующих способов.

1. Силикатную руду восстанавливают угольной пылью во вращающихся трубчатых печах до железо-никелевых окатышей (5-8 % Ni), которые затем очищают от серы, прокаливают и обрабатывают раствором аммиака. После подкисления раствора из него электролитически получают металл.

2. Карбонильный способ (метод Монда). Из сульфидной руды получают медно-никелевый штейн, над которым пропускают CO под высоким давлением. Образуется легколетучий тетракарбонилникель [Ni(CO)4], термическим разложением которого выделяют особо чистый металл.

3. Алюминотермический способ восстановления никеля из оксидной руды: $3NiO + 2Al = 3Ni + Al_2O_3$.

5.2.6. МАГНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ

СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Магний (лат. *Magnesium, Mg*) – легкий, ковкий металл серебристо-белого цвета. Средне распространен в природе. При горении выделяется большое количество света и тепла.

При обычных условиях поверхность магния покрыта прочной защитной пленкой оксида магния MgO, которая разрушается при нагреве на воздухе до примерно 600 °С, после чего металл сгорает ослепительно белым пламенем Плотность магния при 20 °С – 1,737 г/см³, температура плавления металла $t_{пл}$ = 651 °С, температура кипения – $t_{кип}$ = 1103 °С, теплопроводность при 20 °С – 156 Вт/(м·К). Магний высокой чистоты пластичен, хорошо прессуется, прокатывается и поддается обработке резанием.

Типы месторождений:

1. Ископаемые минеральные отложения (магнезиальные и калийно-магнезиальные соли).
2. Морская вода.
3. Рассолы (рапа соляных озер).
4. Природные карбонаты (доломит и магнезит).

Главные месторождения находятся на территории США, Норвегии, Китая, России.

Применяется для восстановления металлического титана из тетрахлорида титана. Сплавы на основе магния являются важным конструкционным материалом в авиационной и автомобильной промышленности, благодаря их легкости и прочности.

Магний в виде чистого металла, а также его химические соединения (бромид, перхлорат) применяются для производства очень мощных резервных электрических батарей и сухих элементов. Химические источники тока на основе магния отличаются очень высокими значениями удельных энергетических характеристик и высоким разрядным напряжением.

Гидрид магния – один из наиболее емких аккумуляторов водорода, применяемых для его хранения. Оксид магния MgO применяется в качестве огнеупорного материала для производства тиглей и специальной футеровки металлургических печей. Перхлорат магния, $Mg(ClO_4)_2$ – ангидрон – применяется для глубокой осушки газов в лабораториях и в качестве электролита для химических источников тока с участием магния. Фторид магния MgF_2 применяется в виде синтетических монокристаллов в оптике (линзы, призмы). Бромид магния $MgBr_2$ – в качестве электролита для химических резервных источников тока.

Свойство магния гореть белым ослепительным пламенем широко используется в военной технике для изготовления осветительных и сигнальных ракет, трассирующих пуль и снарядов, зажигательных бомб. Смесь порошкового магния с перманганатом калия $KMnO_4$ – взрывчатое вещество.

Оксид и соли магния традиционно применяется в медицине в кардиологии, неврологии и гастроэнтерологии. Наиболее интересным природным ресурсом магния является минерал бишофит. Оказалось, что магниевые эффекты бишофита в первую очередь проявляются при транскутанном (через кожном) применении в лечении патологии опорно-двигательного аппарата. Бишофитотерапия использует биологические эффекты природного магния в лечении и реабилитации широкого круга заболеваний, в первую очередь, позвоночника и суставов, последствий травм, нервной и сердечно-сосудистой систем.

Магниевый порошок с окисляющими добавками (нитрат бария, нитрат аммония, перманганат калия, гипохлорит натрия, хлорат калия и т.д.) применялся (применяется сейчас в редких случаях) в фотоделе в химических фотовспышках (магниевая фотовспышка).

ПОЛУЧЕНИЕ МАГНИЯ

Обычный промышленный метод получения металлического магния — это электролиз расплава смеси безводных хлоридов магния $MgCl_2$ (бишофит), натрия NaCl и калия KCl. В расплаве электрохимическому восстановлению подвергается хлорид магния:

$$MgCl_2 \text{ (электролиз)} = Mg + Cl_2.$$

Расплавленный металл периодически отбирают из электролизной ванны, а в нее добавляют новые порции магнийсодержащего сырья. Так как полученный таким способом магний содержит сравнительно много (около

0,1 %) примесей, при необходимости «сырой» магний подвергают дополнительной очистке. С этой целью используют электролитическое рафинирование, переплавку в вакууме с использованием специальных добавок – флюсов, которые «отнимают» примеси от магния, или перегонку (сублимацию) металла в вакууме.

Чистота рафинированного магния достигает 99,999 % и выше.

Разработан и другой способ получения магния – термический. В этом случае для восстановления оксида магния при высокой температуре используют кремний или кокс:

$$MgO + C = Mg + CO.$$

Применение кремния позволяет получать магний из такого сырья, как доломит $CaCO_3 \cdot MgCO_3$, не проводя предварительного разделения магния и кальция. С участием доломита протекают реакции:

$$CaCO_3 \cdot MgCO_3 = CaO + MgO + 2CO_2,$$
$$2MgO + CaO + Si = CaSiO_3 + 2Mg.$$

Преимущество термического способа состоит в том, что он позволяет получать магний более высокой чистоты. Для получения магния используют не только минеральное сырье, но и морскую воду.

5.2.7. ЦИНК И ЕГО СПЛАВЫ

СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Цинк (лат. *Zincum, Zn*) – хрупкий металл голубовато-белого цвета (тускнеет на воздухе, покрываясь тонким слоем оксида цинка ZnO). При комнатной температуре цинк хрупок, при 100-150 °С становится пластичным и прокатывается в тонкие листы и проволоку, при 200-250 °С становится очень хрупок и может быть истолчен в порошок, $t_{плавл.} = 419^0$С.

Чистый металлический цинк используется для восстановления благородных металлов, добываемых подземным выщелачиванием (золото, серебро). Кроме того, цинк используется для извлечения серебра, золота (и других металлов) из чернового свинца в виде интерметаллидов цинка с серебром и золотом (так называемой серебристой пены), обрабатываемых затем обычными методами аффинажа.

Применяется для защиты стали от коррозии (оцинковка поверхностей, не подверженных механическим воздействиям, или металлизация – для мостов, емкостей, металлоконструкций).

Цинк используется в качестве материала для отрицательного электрода в химических источниках тока, т.е. в батарейках и аккумуляторах, например: марганцево-цинковый элемент, серебряно-цинковый аккумулятор, ртутно-

цинковый элемент, диоксисульфатно-ртутный элемент, йодатно-цинковый элемент, медно-окисный гальванический элемент, хром-цинковый элемент, цинк-хлоросеребряный элемент, никель-цинковый аккумулятор, свинцово-цинковый элемент, цинк-хлорный аккумулятор, цинк-бромный аккумулятор и др. Очень важна роль цинка в цинквоздушных аккумуляторах, которые отличаются весьма высокой удельной энергоемкостью. Они перспективны для пуска двигателей (свинцовый аккумулятор – 55 Вт·ч/кг, цинк-воздух – 220-300 Вт·ч/кг) и для электромобилей (пробег до 900 км).

Цинк вводится в состав многих твердых припоев для снижения их температуры плавления.

Окись цинка широко используется в медицине как антисептическое и противовоспалительное средство. Также окись цинка используется для производства краски – цинковых белил.

Цинк – важный компонент латуни. Сплавы цинка с алюминием и магнием (ZAM, ZAMAK), благодаря сравнительно высоким механическим и очень высоким литейным качествам очень широко используются в машиностроении для точного литья. В частности, в оружейном деле из сплава ZAMAK-3, -5 иногда отливают затворы пистолетов, особенно рассчитанных на использование слабых или травматических патронов. Также из цинковых сплавов отливают всевозможную техническую фурнитуру: автомобильные ручки, корпусы карбюраторов, масштабные модели и всевозможные миниатюры, а также любые другие изделия, требующие точного литья при приемлемой прочности.

Хлорид цинка – важный флюс для пайки металлов и компонент при производстве фибры.

Сульфид цинка используется для синтеза люминофоров временного действия и разного рода люминесцентов на базе смеси ZnS и CdS. Люминофоры на базе сульфидов цинка и кадмия также применяются в электронной промышленности для изготовления светящихся гибких панелей и экранов в качестве электролюминофоров и составов с коротким временем высвечивания. Теллурид, селенид, фосфид, сульфид цинка – широко применяемые полупроводники.

Селенид цинка используется для изготовления оптических стекол с очень низким коэффициентом поглощения в среднем инфракрасном диапазоне, например, в углекислотных лазерах.

На разное применение цинка приходится:

– цинкование – 45-60 %;

– медицина (оксид цинка как антисептик) – 10 %;

– производство сплавов – 10 %;

– производство резиновых шин – 10 %;

– масляные краски – 10 %.

ПОЛУЧЕНИЕ ЦИНКА

Цинк в природе как самородный металл не встречается. Наиболее распространенный минерал цинка – сфалерит. Основной компонент минерала – сульфид цинка ZnS.

Цинк добывают двумя способами: 1) пирометаллургическим; 2) гидрометаллургическим.

По пирометаллургическому (дистилляционному) способу обожженный концентрат подвергают спеканию для придания зернистости и газопроницаемости, а затем восстанавливают углем или коксом при 1200-1300 °С: $ZnO + C = Zn + CO$. Производительность этого метода низкая, цинк содержит до 3 % примесей, в том числе ценный кадмий.

Гидрометаллургический способ – основной способ получения цинка (рис. 5.13).

Руды обогащают селективной флотацией, получая цинковые концентраты (50-60 % Zn). Обожженные концентраты обрабатывают серной кислотой; получаемый сульфатный раствор очищают от примесей (осаждением их цинковой пылью) и подвергают электролизу в ваннах, плотно выложенных внутри свинцом или винипластом. Цинк осаждается на алюминиевых катодах, с которых его ежесуточно удаляют (сдирают) и плавят в индукционных печах. Обычно чистота электролитного цинка составляет 99,95 %, полнота извлечения его из концентрата (при учете переработки отходов) 93-94 %. Из отходов производства получают цинковый купорос, Pb, Cu, Cd, Au, Ag; иногда In, Ga, Ge, Tl.

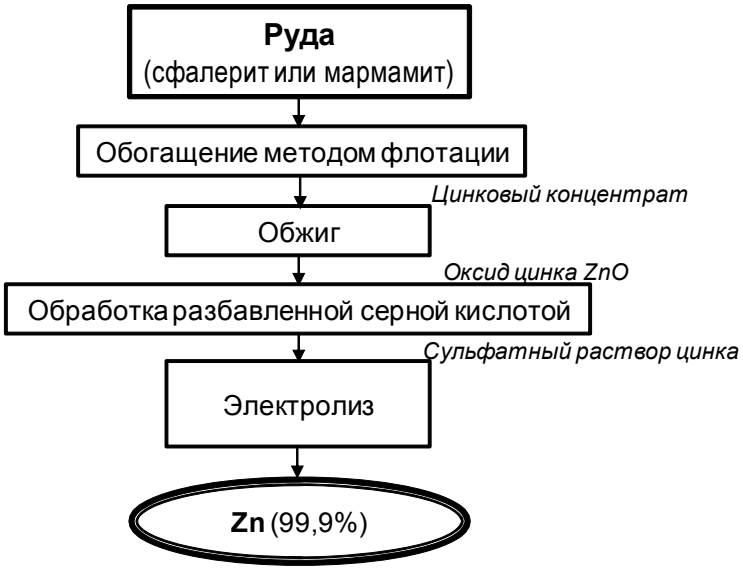


Рис. 5.13. Схема получения цинка гидрометаллургическим способом

Мировые запасы свинцово-цинковых руд рассредоточены в большом количестве стран. На сегодняшний день, по данным USGS, запасы цинка на земле составляют около 248 млн тонн. Крупные запасы находятся в Австралии – 21,4 % и Китае – 16,9 %. Достаточно заметные запасы в Перу – 9,3 %, Казахстане – 6,5 %, Мексике – 6,0 %, США – 4,8 %, Индии – 4,4 %. Прогнозные ресурсы цинка России составляют около 3,2 % мировых ресурсов (не менее 63,2 млн т металла).

Мировая добыча цинка в 2010 г. увеличилась, по данным USGS, на 13,2 % – до 12,8 млн. тонн. Некоторые страны увеличили добычу цинка. Среди всех выделяется Китай, увеличивший добычу цинка на 12,9 % – до 3,5 млн т, Австралия, увеличившая добычу на 12,4 % – до 1,45 млн т – и Мексика, увеличившая добычу на 41 % – до 550 тыс. тонн. Уменьшили добычу цинка США – на 2,2 %, Канада – на 4,1 % и Ирландия – на 9 %. Отметим, что Россия не занимает первые места среди стран-продуцентов цинка. Однако в 2010 г. объемы добычи цинка в России увеличились на 16,5 %.

Крупнейшими компаниями по производству цинка в мире в 2010 г. были «XSTRATA PLC» с долей в производстве 6,1 %, «NYRSTAR» (совместное предприятие «ZINIFEX» и «UMICORE»), занимающее 8,2 % в мировом производстве, «VOLCAN» с долей в производстве 6 % и «HINDUSTAN ZINC LTD» с долей в производстве 5,3 %.

Россия в мировом производстве цинка выглядит следующим образом: доля ОАО «ЧЦЗ» в 2010 г. составила около 1,3 %, ОАО «Электроцинк» – менее 1 %.

Основными экспортерами рафинированного цинка в 2010 г. были Канада – 12 %, Нидерланды – 9 %, Испания – 8 %, Австралия – 6 %, Корея – 6 % и другие страны. Россия также экспортирует цинк рафинированный, но не занимает первые места среди других стран с долей в 2010 г. в объемах экспорта 2 %.

5.2.8. СВИНЕЦ И ЕГО СПЛАВЫ

СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Свинец (лат. *Plumbum, Pb*) – ковкий, сравнительно легкоплавкий металл серого цвета. Свинец имеет довольно низкую теплопроводность, она составляет 35,1 Вт/(м·К) при температуре 0°С.

Металл – мягкий, легко режется ножом. На поверхности он обычно покрыт более или менее толстой пленкой оксидов, при разрезании открывается блестящая поверхность, которая на воздухе со временем тускнеет. Плотность – 11,3415 г/см³ (при 20 °С). Температура плавления – 327,4 °С.

Благодаря мягкости свинца его широко используют в чистом виде. Обычно промышленный свинец после рафинирования содержит 0,05-0,1% примесей. Наибольшее количество свинца расходуется на изготовление пластин свинцовых аккумуляторов, на оболочку электрических кабелей, внут-

реннее покрытие резервуаров, покрытие медных листов кровельного материала, используется в химической промышленности, где он почти незаменим в производстве и хранении серной кислоты. Все эти области применения объясняются коррозионной стойкостью свинца. Свинец на воздухе практически сразу покрывается тонкой защитной пленкой оксида свинца, поэтому поверхность металла становится очень инертной.

Поскольку свинец хорошо поглощает γ-излучение, он используется для радиационной защиты в рентгеновских установках и ядерных реакторах. Значительное применение находят сплавы свинца. Пьютер (сплав олова со свинцом), содержащий 85-90 % Sn и 10-15 % Pb, формуется, недорог и используется в производстве домашней утвари. Припой, содержащий 67% Pb и 33% Sn, применяют в электротехнике.

Сплавы свинца с сурьмой используют в производстве пуль и типографского шрифта, а сплавы свинца, сурьмы и олова – для фигурного литья и подшипников. Сплавы свинца с сурьмой обычно применяют для оболочек кабелей и пластин электрических аккумуляторов. Соединения свинца используются в производстве красителей, красок, инсектицидов, стеклянных изделий и как добавки к бензину.

ПОЛУЧЕНИЕ СВИНЦА

Различают два способа получения свинца.

1. *Вторичный способ получения свинца*

В России дефицит свинца, в том числе для производства аккумуляторных батарей, имеет многолетнюю историю, но наиболее остро проблема обеспечения автомобилестроителей металлом встала в начале 1990-х годов в связи с резким сокращением его производства в Казахстане, который был традиционным поставщиком рафинированного свинца на предприятия России. В этот период потребность в свинце только аккумуляторных заводов России составляла около 190 тыс. т в год, а производство в стране составляло чуть более 31 тыс. тонн. При этом производство свинца из свинцового лома находилось на уровне всего 8 тыс. т в год.

Для снижения остроты проблемы планировалось построить завод по переработке накопившегося аккумуляторного лома и производству вторичного свинца мощностью 26 тыс. т в год в Приморье и еще один, мощностью 30 тыс. т в год – в г. Красноярске. Однако эти планы не были осуществлены, и проблема осталась актуальной до настоящего времени.

В последние пять лет ситуация в России несколько улучшилась: из 60-65 тыс. т ежегодно выпускаемого рафинированного свинца около 40 тыс. т производится из вторичного сырья. Тем не менее по этому показателю страна занимает одно из последних мест в мире. Свинец производят в основном ОАО «Рязцветмет» (г. Рязань) и АО «Верх-Нейвинский завод» (Свердловская обл.). По оценке российских специалистов, мощности этих предприятий недостаточны для переработки ежегодно накапливающегося в стране свинецсо-

держащего лома, прежде всего отработанных аккумуляторных батарей отечественного и зарубежного производства. В последние годы в России выпускается около 11,5 млн автомобильных аккумуляторов в год; кроме того, по данным руководства ЗАО «Электрозаряд» (г. Москва), в Россию поставляется из-за рубежа 1,7 млн аккумуляторных батарей легально и еще около 4 млн – нелегально.

Зарубежные производители автомобилей, имеющие производственные мощности на территории России, планируют довести уровень выпуска аккумуляторов в России до 5-6 млн. в год, и тогда количество свинца во вторичном аккумуляторном ломе, по нашей оценке, может достигнуть 185-200 тыс. т в год.

Около 1 тыс. т в год вторичного свинца производит ОАО «Тюменский аккумуляторный завод». На предприятии установлены автоматизированные линии по переработке вышедших из строя аккумуляторов и очистке полученного вторичного свинца, что позволило выпускать металл высокого качества и значительно сократить расходы на его производство (прежде черновой металл приходилось транспортировать на уральские металлургические предприятия).

ОАО «ГМК «Дальполиметалл» (Приморский край), в течение многих лет являвшийся основным производителем первичного рафинированного свинца России, в последние годы начал производство свинца из аккумуляторный лома, собираемого в Приморском крае. Предполагается, что к концу текущего десятилетия его выпуск выйдет на уровень 10 тыс. т в год. Металл направляется в основном на предприятия ОАО «Комсомольск-на-Амуре аккумуляторный завод», однако этого сырья недостаточно для обеспечения нормальной работы завода. Для решения проблем с его снабжением свинцом планируется построить в Хабаровском крае еще один завод по переработке вторичного сырья, который будет выплавлять около 8 тыс. т рафинированного металла в год.

Компания ЗАО «АКОМ», которая производит в год более 1 млн аккумуляторов, в 2006 г. ввела в строй в г. Жигулевск (Самарская обл.) завод по переработке отработанных аккумуляторов мощностью 6 тыс. т чернового свинца в год. Вторичный свинец и свинцово-сурьмяные сплавы высокого качества производит ЗАО КПВР «Сплав» на комбинате по переработке вторичных ресурсов в г. Рязань. Не менее 18 тыс. т в год лома старых аккумуляторов и других свинецсодержащих отходов перерабатывает ЗАО «Курский завод «Аккумулятор».

2. *Первичный способ получения свинца* (рис. 5.14)

Основной источник получения свинца − сульфидные полиметаллические руды, минерал галенит PbS.

На первом этапе руду обогащают. Полученный концентрат подвергают окислительному обжигу:

$$2PbS + 3O_2 = 2PbO + 2SO_2\uparrow.$$

При обжиге добавляют флюсы ($CaCO_3$, Fe_2O_3, SiO_2). Они образуют жидкую фазу, цементирующую шихту. Полученный агломерат содержит 35-45 % Pb. Далее содержащиеся в агломерате свинец (II) и оксид меди восстанавливают коксом:

$$PbO + C = Pb + CO\uparrow \text{ и } PbO + CO = Pb + CO_2\uparrow.$$

Черновой свинец получают взаимодействием исходной сульфидной руды с кислородом (автогенный способ). Процесс протекает в два этапа:

$$2PbS + 3O_2 = 2PbO + 2SO_2\uparrow,$$
$$PbS + 2PbO = 3Pb + SO_2\uparrow.$$

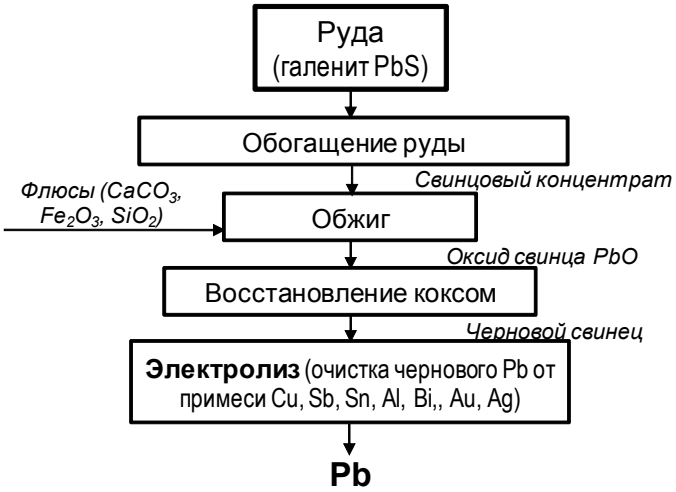


Рис. 5.14. Схема получения свинца

Для последующей очистки чернового свинца от примеси Cu, Sb, Sn, Al, Bi, Au, и Ag его очищают пирометаллургическим методом или электролизом.

5.2.9. ОЛОВО И ЕГО СПЛАВЫ

СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Олово (лат. *Stannum, Sn*) – пластичный, ковкий и легкоплавкий блестящий металл серебристо-белого цвета. $T_{плавл.}$= 231,9 ^oC, плотность – 7,31 г/см³.

Металл стоек к коррозии. Однако при температуре ниже 13,2 °С олово спонтанно переходит в другое фазовое состояние – серое олово. Одна моди-

фикация переходит в другую тем быстрее, чем ниже температура окружающей среды. При −33 °С скорость превращений становится максимальной. Олово трескается и превращается в порошок. Причем соприкосновение серого олова и белого приводит к «заражению» последнего. Совокупность этих явлений называется *оловянной чумой*. Одним из средств предотвращения «оловянной чумы» является добавление в олово стабилизатора, например, висмута.

Олово используется в основном как безопасное, нетоксичное, коррозионностойкое покрытие в чистом виде или в сплавах с другими металлами. Главные промышленные применения олова – в белой жести (лужёное железо) для изготовления тары пищевых продуктов, в припоях для электроники, в домовых трубопроводах, в подшипниковых сплавах и покрытиях из олова и его сплавов. Важнейший сплав олова – бронза (с медью). Другой известный сплав – пьютер – используется для изготовления посуды.

Интерметаллические соединения олова и циркония обладают высокими температурами плавления (до 2000 °С) и стойкостью к окислению при нагревании на воздухе и имеют ряд областей применения. Олово является важнейшим легирующим компонентом при получении конструкционных сплавов титана. Двуокись олова – очень эффективный абразивный материал, применяемый при «доводке» поверхности оптического стекла.

Олово применяется также в химических источниках тока в качестве анодного материала, например: марганцево-оловянный элемент, окисно-ртутно-оловянный элемент. Перспективно использование олова в свинцово-оловянном аккумуляторе. Так, например, при равном напряжении, по сравнению со свинцовым аккумулятором, свинцово-оловянный аккумулятор обладает в 2,5 раза большей емкостью и в 5 раз большей энергоплотностью на единицу объема, внутреннее сопротивление его значительно ниже.

ПОЛУЧЕНИЕ ОЛОВА

Основной минерал олова – касситерит (оловянный камень) SnO_2, содержащий до 78,8 % олова. Гораздо реже в природе встречается станнин (оловянный колчедан) – Cu_2FeSnS_4 (27,5 % Sn).

При получении олова на первом этапе руду обогащают (методом гравитационной флотации или магнитной сепарации). Таким образом, удается повысить содержание олова в руде до 40-70 %. Далее проводят обжиг концентрата в кислороде для удаления примесей серы и мышьяка. Затем полученный таким образом оксид SnO_2 восстанавливают углем или алюминием (цинком) в электропечах: $SnO_2 + C = Sn + CO_2$.

Особо чистое олово полупроводниковой чистоты готовят электрохимическим рафинированием или методом зонной плавки.

5.2.10. РТУТЬ И ЕЁ СПЛАВЫ

СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Ртуть (лат. *Hydrargyrum, Hg*) – при комнатной температуре представляет собой тяжелую серебристо-белую жидкость, пары которой чрезвычайно ядовиты. Ртуть – единственный металл, жидкий при комнатной температуре. Обладает свойствами диамагнетика (вещества, намагничивающиеся против направления внешнего магнитного поля). Образует со многими металлами жидкие и твёрдые сплавы – амальгамы. Стойкие к амальгамированию металлы: V, Fe, Mo, Cs, Nb, Ta, W. Железо не образует амальгамы, поэтому ртуть можно перевозить в стальных сосудах.

Плотность ртути при нормальных условиях – 13500кг/м^3, $T_{плавл.}$= 38,7 ^oC.

В связи с высокой токсичностью ртуть почти полностью вытеснена из медицинских препаратов, однако сохраняется в медицинских термометрах (один медицинский термометр содержит до 2 г ртути).

Парами ртути наполняются ртутно-кварцевые и люминесцентные лампы. Ртуть используется в датчиках положения. Ртуть также иногда применяется в качестве рабочего тела в тяжелонагруженных гидродинамических подшипниках, а также используется в качестве балласта в подводных лодках и регулирования крена и дифферента некоторых аппаратов.

Фульминат ртути («гремучая ртуть») издавна применяется в качестве инициирующего ВВ (детонаторы). Бромид ртути применяется при термохимическом разложении воды на водород и кислород (атомно-водородная энергетика). Перспективно использование ртути в сплавах с цезием в качестве высокоэффективного рабочего тела в ионных двигателях. Металлическая ртуть применяется для получения целого ряда важнейших сплавов. Ртуть используется для переработки вторичного алюминия и добычи золота. Различные амальгамы металлов, особенно амальгамы золота и серебра, широко использовались в ювелирном деле, производстве зеркал.

ПОЛУЧЕНИЕ РТУТИ

В природе ртуть находится как в самородном виде, так и образует ряд минералов. В природе известно около 20 минералов ртути, но главное промышленное значение имеет киноварь HgS (86,2 % Hg), так называемая *красная ртуть*. В природе ртути не так уж много, она встречается в некоторых местах в сравнительно больших количествах. В России известны 23 месторождения ртути, промышленные запасы составляют 15,6 тыс. т (на 2002 г.). Основные месторождения (содержание Hg ≥ 1%) – в Камчатском крае, Республике Саха (Якутия).

Ртуть получают сжиганием киновари (сульфида ртути). Этот способ применяли алхимики древности.

Уравнение реакции горения киновари: $HgS + O_2 \rightarrow Hg + SO_2\uparrow$.

5.2.11. БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕНЕНИЕ

К благородным металлам относят золото, серебро, платину и металлы платиновой группы – палладий, рутений, осмий, родий, иридий. Благородные металлы имеют красивый внешний вид, стойки к окислению и воздействию кислот, обладают высокой температурой плавления, хорошо обрабатываются давлением. За все существование человечества добыто около 100 тыс. т золота. В отличие от других металлов благородные металлы в основном находятся в самородном, т.е. металлическом состоянии. Под самородком не следует понимать чистый металл – как правило, это сплавы. Например, самородное золото может содержать 40 % серебра. Область применения благородных металлов специфична. Раньше их использовали исключительно для изготовления украшений и как валюту, в настоящее время все большую часть потребляет техника, особенно микроэлектроника. В США и Японии среднее потребление золота на технические нужды составляет 80-90 т в год.

В ювелирных сплавах содержание золота, платины, серебра характеризуется пробой, в технических сплавах – маркой сплава. В мире существует 4 системы проб: тысячная, золотниковая, каратная и унциевая. Они отличаются тем, что принято за 100 %.

В России стандартной принята **тысячная проба,** которая характеризует содержание золота в сплаве с точностью до десятых долей процента. Тысячная проба показывает количество грамм благородного металла, содержащееся в 1000 г сплава. Например, 583 проба содержит 58,3% золота, остальная часть сплава называется *лигатурой,* состав элементов которой не регламентируется. Для ювелирных изделий в России установлены: для золота – 375, 500, 583, 750, 958 пробы, для серебра – 750, 800, 916, 925, 960 пробы.

В каратной пробе за 100 % принято 24 карата, 1 карат равен 0,2 г. Каратная проба применяется для измерения массы камней.

В унциевой пробе за 100 % принято 480 унций, одна тройская унция равна 31,1035 г.

В золотниковой пробе за 100 % принято 96 золотников, 1 золотник равен 4,266 г, 1 русская унция была равна 29,85 г.

В технических марках сплава указывается полный химический состав в процентах.

ЗОЛОТО: СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ И ПОЛУЧЕНИЕ

Золото (лат. *Aurum, Au*) – благородный металл желтого цвета, очень тяжелый металл: плотность чистого золота равна 19 621 кг/м³ (шар из чистого золота диаметром 46 мм имеет массу 1 кг). Золото — очень мягкий, высокопластичный металл: оно может быть проковано в листки толщиной до ~0,1 мкм (сусальное золото). При такой толщине золото полупрозрачно и в отра-

женном свете имеет желтый цвет, в проходящем — окрашено в дополнительный к желтому синевато-зеленоватый. Золото может быть вытянуто в проволоку с линейной плотностью до 500 м/г. Золото – самый инертный металл. При нормальных условиях оно не взаимодействует с большинством кислот. Однако была открыта способность царской водки (смесь концентрированных азотной HNO3 (63 %) (1 объем) и соляной HCl (3 объема) кислот) растворять золото.

В Российской империи действовала классическая форма абсолютной ликвидности золота – золотой стандарт, при котором размер золотого запаса полностью соответствовал массе бумажных денег в обращении. Это исключало необходимость экспорта золота и способствовало аккумулированию драгоценного металла в золотом запасе страны. С 1918 по 1991 г. СССР произвел более 11 тыс. т золота. Около 3 тыс. т было использовано страной за это время для промышленных нужд. СССР начал продавать золото на мировых рынках в 1953 году. К 1991 г. объем продаж советского золота составил 8191 тонн. Максимальный послереволюционный запас СССР имел в 1953 г. – 2049,8 т, затем запас стал уменьшаться, достиг к 1991 г. 484 т, в 1995 г. составлял 278 т, в 2003 г. – 390 тонн. По состоянию на начало 2011 г. Россия занимала 8 место в мире по объему золота, находящегося в государственном резерве (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Крупнейшие золотые запасы в мире

№ п/п	Страна / организация	Золото, т	Доля золота в общем объеме международных резервов, %
1	США	8 133,5	74,2%
2	Германия	3 401,0	71,4%
3	Международный валютный фонд	2 814,0	-
4	Италия	2 451,8	71,2%
5	Франция	2 435,4	66,2%
6	Китай	1 054,1	1,6%
7	Швейцария	1 040,1	17,8%
8	Россия	836,7	7,7%
9	Япония	765,2	3,3%
10	Нидерланды	612,5	58,9%

По разведанным запасам и прогнозным ресурсам золота Россия занимает 6-е место после ЮАР, США, Австралии, Китая и Канады. В России существует около 16 золотодобывающих компаний. Лидером добычи золота в

России является компания ОАО «Полюс Золото», на которую приходится около 20 % рынка. Наибольшее количество золота добывается в Чукотском АО, Красноярском крае и Амурской области.

В 2009 г. ЮАР покинула тройку лидеров по добыче золота. Первое место занимает Китай (314 т), потом следуют Австралия (227 т), США (216 т). Россия в 2009 г. добыла 183 т золота.

Для получения золота используются его основные физические и химические свойства: присутствие в природе в самородном состоянии, способность реагировать лишь с немногими веществами (ртуть, цианиды). С развитием современных технологий используют следующие способы получения золота: *промывка, амальгамация, цианирование, регенерация*.

Метод *промывки* основан на высокой плотности золота, благодаря которой в потоке воды минералы с плотностью меньше золота (а это почти все минералы земной коры) смываются, и золото концентрируется в тяжелой фракции. Песок, состоящий из минералов повышенной плотности, называется *шлихом*. Этот процесс называется отмывкой шлиха или шлихованием. В небольших объемах это можно выполнять вручную, при помощи промывочного лотка. Этот способ используется с древнейших времен и до сих пор для отработки маленьких россыпных месторождений старателями, но основное его применение – поиск месторождений золота, алмазов и других ценных металлов.

Промывка используется для разработки крупных россыпных месторождений, но при этом применяются специальные технические устройства: драги и промывочные устройства.

Метод *амальгамации* основан на способности ртути образовывать сплавы – амальгамы с различными металлами, в том числе и с золотом. В этом методе увлажненная дробленая порода смешивалась с ртутью и подвергалась дополнительному измельчению в мельницах – бегунных чашах. Амальгаму золота (и сопутствующих металлов) извлекали из получившегося шлама промывкой, после чего ртуть отгонялась из собранной амальгамы и использовалась повторно. Метод амальгамации применим только на месторождениях с высоким содержанием золота или при его обогащении. Сейчас этот способ используется очень редко, главным образом старателями в Африке и Южной Америке.

Метод *цианирования* основан на реакции золота с цианидами в присутствии кислорода воздуха: измельченная золотоносная порода обрабатывается разбавленным (0,3-0,03 %) раствором цианида натрия, золото из образующегося раствора цианоаурата натрия $Na[Au(CN)_2]$ осаждается либо цинковой пылью, либо на специальных ионнообменых смолах. Развитие технологии привело к появлению метода кучного выщелачивания, который заключается в следующем: готовится водонепроницаемая площадка, на нее насыпается руда и ее орошают растворами цианидов, которые, просачиваясь через толщу породы, растворяют золото. После этого они поступают в специальные сорбционные колонны, в которых золото осаждается, а регенерированный раствор вновь отправляется на кучу. Метод цианирования ограничен минеральным составом руд, он неприменим, если руда содержит большое количество суль-

фидов или арсенидов, так как цианиды реагируют с этими минералами. Поэтому цианированием перерабатываются малосульфидные руды или руды из зоны окисления, в которой сульфиды и арсениды окислены атмосферным кислородом. Для извлечения золота из сульфидных руд используются сложные многоэтапные технологии. Золото, добытое из месторождений, содержит различные примеси, поэтому его подвергают специальным процессам высокой очистки, которые производятся на аффинажных заводах.

Регенерация осуществляется действием 10 % раствора щелочи на растворы солей золота с последующим осаждением аффинажного золота на алюминий из горячего раствора гидроксида.

СЕРЕБРО: СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ И ПОЛУЧЕНИЕ

Серебро (лат. *Argentum,Ag*) – ковкий, пластичный благородный металл серебристо-белого цвета. Температура плавления – 960 °С, плотность – 10,5 г/см³. Серебро прекрасно поддается полировке, занимает первое место среди металлов по тепло- и электропроводности, растворяется серной и азотной кислотой, реагирует с сероводородом, пластичен и малопрочен, раскатывается в прозрачную с голубоватым оттенком фольгу до $25 \cdot 10^{-5}$ мм.

25 % серебра добывается из руд, 75 % – как сопутствующий металл при добыче меди, свинца и т.д. В России первое серебро было добыто в начале XVIII в. на Нерчинских рудниках Забайкалья. Некоторое количество добывалось на Алтае. Лишь в середине XX в. освоены многочисленные месторождения на Дальнем Востоке. На 2008 г. лидером добычи серебра в России является компания «Полиметалл», добывшая в 2008 г. 535 тонн. В 2010 г. в России добыто 1400 т серебра.

Большое количество серебра идет в фото-, кинопромышленность, из сплавов серебра находят применение серебряные припои, используемые для пайки цветных металлов и обозначаемые ПСр. и цифрой, показывающей содержание серебра, например, ПСр.28 содержит 28 % серебра. Серебро широко применяется в электро-, радиопромышленности, при изготовлении зеркал, термосов и т.д.

Из руд серебро получают *цианированием* и *амальгамацией*.

МЕТАЛЛЫ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ: СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ И ПОЛУЧЕНИЕ

К металлам платиновой группы (МПГ), или платиноидам, относятся: платина (*Platinum, Pt*), палладий (*Palladium, Pd*), родий (*Rhodium, Rh*), иридий (*Iridium, Ir*), рутений (*Ruthenium, Ru*) и осмий (*Osmium, Os*). Их использование говорит о высоком уровне развития промышленности. Эти металлы нашли применение именно в современных производствах, так как они обладают исключительно полезными свойствами, которых нет у других металлов и ма-

териалов. К таким свойствам относятся: высокая электропроводность, пластичность, отражательная способность, теплопроводность, малая химическая активность, стойкость к коррозии, нетоксичность, уникальные каталитические свойства, а также способность сохранять все это в широком диапазоне температур, давления и состава агрессивных сред. Родий и иридий не растворимы в царской водке.

В ювелирной промышленности платину применяют для ограновки бриллиантов, так как она имеет одинаковое с бриллиантами тепловое расширение и придает им лучший блеск. Широко применяется в химической промышленности, в медицине, радиопромышленности, из платины и иридия изготовлены эталоны веса и длины. В электротехнике и электронике они используются для производства изделий высокой надежности. Для изготовления надежных коммутационных соединений (разъемов, штекеров) применяется сплав палладия и серебра. В составе сопротивлений высокой надежности (резисторов) используют платину и рутений, в конденсаторах на керамической основе – платину и палладий, в конденсаторах на танталовой основе – платину. В виде покрытий жестких дисков компьютеров применяют сплав платины и кобальта – для увеличения плотности записей. В качестве катализаторов платиноиды используются в химической и нефтехимической промышленности.

С середины 70-х годов XX в. в зарубежной автомобильной промышленности распространяются конвертеры выхлопных газов с платиновыми и палладиевыми автокатализаторами, способствующими снижению в выхлопных газах автомобилей концентрации оксида углерода и углеводородов.

В стекольной промышленности платину, палладий и сплавы на их основе применяют в виде конструкционных элементов при изготовлении трубок дисплеев компьютеров и жидко-кристальных дисплеев, оптического стекла, при выращивании монокристаллов для лазеров и производства стекловолокна.

Металлы платиновой группы (МПГ) также применяются в приборостроении, атомной промышленности, медицине (в основном в стоматологии).

Металлы платиновой группы относятся к числу редких, содержание их в земной коре очень невелико. Добыча обходится дорого, и на мировом рынке цена их выше цены золота. Поэтому длительное время потребление металлов платиновой группы было незначительным. Еще лет 40-50 назад добыча и потребление этой группы металлов в мире составляли несколько десятков тонн, в основном добывалась платина, которая шла, преимущественно, на изготовление ювелирных изделий. Стимулом для быстрого роста потребления платиноидов в промышленности стало внедрение в индустриально развитых странах в 80-90-е годы XX столетия пятого технологического уклада. Широкое развитие в этот период электронной промышленности, производства телекоммуникационного и лазерного оборудования, роботостроения потребовало применения новых металлов и сплавов, и платиноиды оказались практически незаменимыми.

Введение в 70-х годах в Японии, а в 80-х годах XX в. в США строгих норм содержания вредных веществ в выхлопных газах автомобилей привело к оснащению продаваемых в этих странах автомобилей платиновыми и палладиевыми каталитическими фильтрами-нейтрализаторами.

Введение с 1993 г. строгого экологического законодательства в большинстве европейских стран, а также в Латинской Америке и ряде государств Азии привело к быстрому росту спроса на такие фильтры. Большие объемы палладия используются в электронике и медицине. Доля остальных отраслей в использовании палладия невелика. Родий почти полностью потребляется автомобильной промышленностью в производстве каталитических фильтров-нейтрализаторов выхлопных газов. В частности, родий добавляют в некоторые палладиевые каталитические системы для нейтрализации оксидов азота в выхлопных газах. Основная область применения рутения и иридия – электроника.

По объему добычи и производства МПГ Россия занимает второе место в мире после ЮАР, на долю РФ приходится более 40 % палладия и около 14 % платины, производимых мировой горнодобывающей промышленностью. На протяжении 2005-2007 гг. добыча МПГ из недр в России стабилизировалась на уровне 155-160 тонн. В 2007 г. объем добычи вырос по сравнению с предыдущим годом на 2,2 %, в первую очередь за счет увеличения добычи на месторождениях Красноярского края. Крупнейшим продуцентом МПГ в России является ОАО «ГМК «Норильский никель», эксплуатирующее комплексные сульфидные медно-никелевые месторождения Красноярского края и Мурманской области. Компанией обеспечивается почти все рудничное производство палладия и более 75 % производства платины в стране. Кроме того, добыча платины ведется на россыпях Хабаровского (АС «Амур»), Камчатского (ЗАО «Корякгеолдобыча») краев и Свердловской области.

5.3. ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ РОССИИ

5.3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Порошковая металлургия – технология получения металлических порошков и изготовления изделий из них, а также из композиций металлов с неметаллами. В обычной металлургии металлические изделия получают, обрабатывая металлы такими методами, как литье, ковка, штампование и прессование. В порошковой же металлургии изделия производят из порошков с размерами частиц от 0,1 мкм до 0,5 мм путем формования холодным прессованием и последующей высокотемпературной обработки (спекания). Порошковая металлургия экономична в отношении материалов и, как и традиционные методы металлообработки, позволяет получать детали с нужными механическими, электрическими и магнитными свойствами. Продукция порошковой металлургии используется в различных отраслях промышленности, в том числе авиакосмической, электронной и на транспорте.

Методы порошковой металлургии начали разрабатываться в XX в. для металлов, не допускающих обработки обычными методами. Так, например, вольфрам невозможно плавить и обрабатывать обычными методами литья, поскольку очень высока его температура плавления (3410 °С). Поэтому, например, вольфрамовую нить для электрических ламп накаливания вытягивают из вольфрамовых штапиков, полученных прессованием и спеканием вольфрамового порошка. Порошки карбидов вольфрама, тантала и титана смешиваются с порошкообразными кобальтом и никелем, затем формуются холодным прессованием и спекаются. В результате получаются твердые металлокерамические материалы (цементированные карбиды), пригодные для обработки металлов резанием и для бурения горных пород. Самосмазывающиеся бронзовые подшипники могут быть изготовлены только методами порошковой металлургии. Поры бронзы заполняются смазочным маслом, которое поступает на рабочую поверхность подшипника под действием капиллярных сил, как по фитилю. Промышленными методами порошковой металлургии обрабатываются также железо, сталь, олово, медь, алюминий, никель, тантал, сплавы бронзы и латуни.

5.3.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Металлические порошки получают восстановлением металлов из их окислов или солей электролитическим осаждением, распылением струи расплавленного металла, термической диссоциацией и механическим дроблением. Наиболее распространен способ восстановления металлов (железа, меди или вольфрама) из соответствующих окислов с последующим электрорафинированием. Механическим дроблением получают порошки (с частицами нужной крупности и формы) хрома, марганца, железа и бериллия.

Технологический процесс изготовления изделий из металлических порошков содержит следующие операции: подготовку смеси для формования, формование заготовок или изделий и их спекание. Формование заготовок или изделий осуществляется путем холодного прессования под большим давлением (30-1000 МПа) в металлических формах (рис. 5.15).

Спекание изделий из однородных металлических порошков производится при температуре, составляющей 70-90 % температуры плавления металла. В смесях максимальная когезия достигается вблизи температуры плавления основного компонента, а в цементированных карбидах – вблизи температуры плавления связующего.

С повышением температуры и увеличением продолжительности спекания увеличиваются усадка, плотность и улучшаются контакты между зернами. Во избежание окисления спекание проводят в восстановительной атмосфере (водород, оксид углерода), в атмосфере нейтральных газов (азот, аргон) или в вакууме.

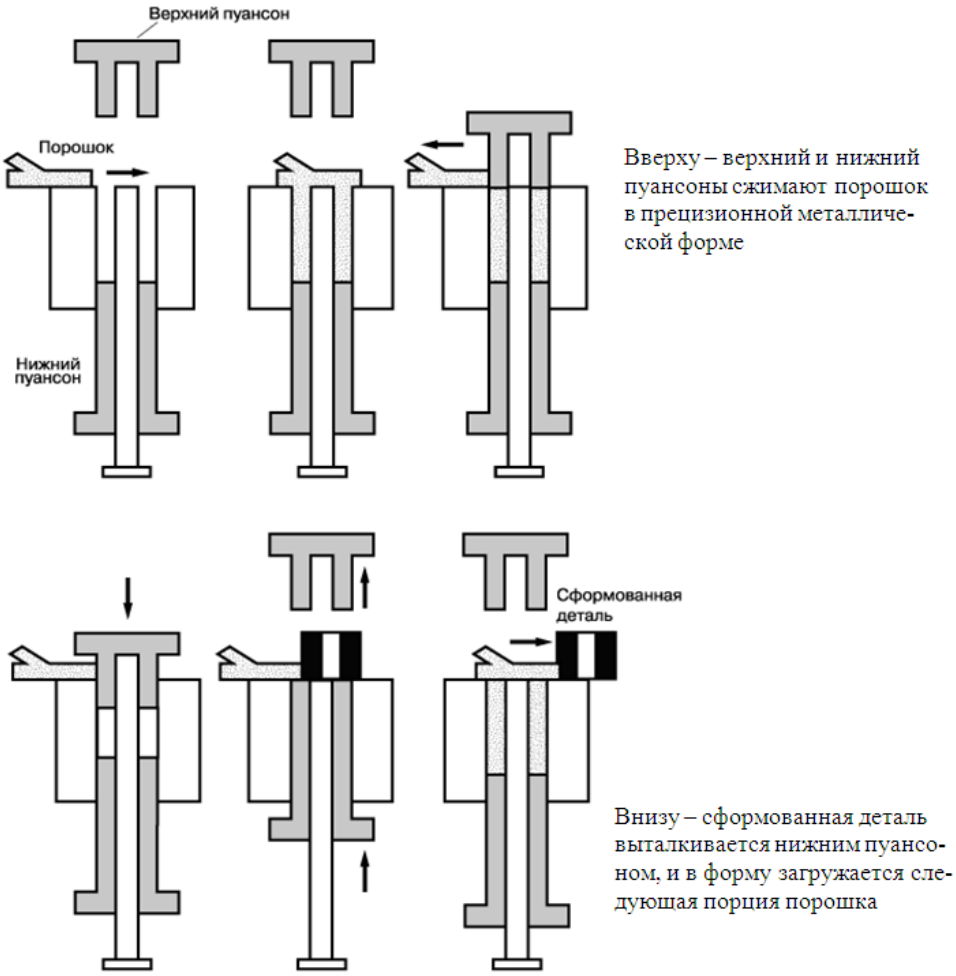


Рис. 5.15. Холодное прессование металлической детали методом порошковой металлургии

Круг изделий, изготавливаемых методами порошковой металлургии, весьма широк и непрерывно расширяется. К ним относятся зубчатые колеса, рычаги, кулачки и поршни для автомобилестроения, машиностроения, энергетики, промышленности средств связи, строительной, горнодобывающей и авиакосмической промышленности. Из ленты, полученной холодной прокаткой никелевого порошка, изготавливают монеты (например, канадский пятицентовик). Порошок железа используется в качестве носителя для тонера в ксероксах, а также в качестве одного из ингредиентов изделий из зерновых продуктов и хлеба повышенной питательности. Алюминиевый порошок служит компонентом ячеистого бетона, красок и пигментов, твердого ракетного топлива.

5.4. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИИ РОССИИ

В настоящее время перед металлургическим комплексом России стоят сложные проблемы.

Первая проблема – замена устаревшего оборудования на многих металлургических предприятиях России, по оценкам экспертов-металлургов, в этом нуждается около 70 % предприятий металлургического комплекса. В денежном выражении это составляет до 5 трлн долларов, сумма астрономическая.

Вторая проблема – замена оборудования очистных сооружений и фильтров по экологической программе. Это дорогостоящая программа, но крайне необходимая. Она связана с обеспечением нормальной жизнедеятельности людей, проживающих в неблагоприятной зоне.

Третья проблема, стоящая перед металлургическим комплексом России, – разработка и применение природоохранных или безотходных технологий, замкнутых циклов производства, глубоко продуманное, наиболее рациональное размещение «грязных» производств.

Четвертая проблема – решение вопросов социальной сферы – связано не только с финансированием, но и рядом мероприятий. По заключениям экспертов-металлургов, в случае недостаточного инвестирования металлургического комплекса России в ближайшие пять лет, если не будут решены все вышеперечисленные проблемы, придется сокращать и даже закрывать некоторые производства, особенно те, где оборудование наиболее изношенное и требуются значительные финансовые затраты. В таких случаях, делают вывод эксперты, проще создать новые производства, чем модернизировать старые.

К таким же выводам о нецелесообразности модернизации старых металлургических предприятий России приходят и зарубежные бизнесмены, которых приглашают для совместного сотрудничества и инвестирования.

В настоящее время инвестиции всех видов направляются в основном на рентабельные и перспективные предприятия металлургического комплекса России. Например, в Челябинский трубопрокатный завод Объединенная металлургическая компания (ОМК) России планирует вложить более 30 млн долларов только для обновления цеха по производству нефтяных труб.

Эта же металлургическая компания намерена вложить около 40 млн долларов в модернизацию колесного производства на Выксунском металлургическом заводе. Кроме того, ОМК планирует применить такое средство инвестирования, как выпуск облигаций Выксунским металлургическим заводом на 1 млрд рублей. Еще один проект ОМК – единый сталеплавильный комплекс «Сталь ОМК» на Чусовском металлургическом заводе.

В ближайшие годы будет интенсивно развиваться молодой металлургический комплекс России – дальневосточный. Он будет ориентирован на ближайшие страны Юго-Восточной Азии и Тихоокеанского региона – потребители металлопродукции и полиметаллических руд.

Эти руды добываются в Приморском крае и содержат цинк, свинец, олово, вольфрам, серебро и другие металлы. Дальний Восток – старый золотоносный район России. Месторождения рудного и россыпного золота открыты и разрабатываются в бассейнах рек Колымы, Индигирки, Верхнего Амура, Алдана, Зеи и др. Район имеет большие запасы ртути – на Чукотке, в Якутии, Хабаровском крае. В Дальневосточном районе известны месторождения железных руд: Алданский железорудный бассейн, Гарьские и Кимканские месторождения на Хингане. Если учесть наличие ценных коксующихся углей в Южно-Якутском угольном бассейне и значительные запасы газа в Лено-Вилюйской котловине, то перспективное развитие металлургического комплекса в этом регионе России совершенно очевидно. Опорой в этом будет также действующая Байкало-Амурская магистраль и строящаяся Амуро-Якутская магистраль.

Контрольные вопросы

1. *Какую отрасль экономики России относят к цветной металлургии?*
2. *Перечислите пять самых крупных холдингов цветной металлургии РФ.*
3. *Каковы состав, свойства, применение меди и ее сплавов?*
4. *Изложите технологическую схему получения меди.*
5. *Каковы состав, свойства, применение алюминия и его сплавов?*
6. *Изложите технологическую схему получения алюминия.*
7. *Каковы состав, свойства, применение титана и его сплавов?*
8. *Изложите технологическую схему получения титана.*
9. *Каковы состав, свойства, применение никеля и его сплавов?*
10. *Какие существуют способы получения никеля?*
11. *Каковы состав, свойства, применение, получение магния и его сплавов?*
12. *Каковы состав, свойства, применение получение цинка и его сплавов?*
13. *Каковы состав, свойства, применение свинца и его сплавов?*
14. *Какие существуют способы получения свинца?*
15. *Каковы состав, свойства, применение, получение олова и его сплавов?*
16. *Каковы состав, свойства, применение, получение ртути и его сплавов?*
17. *Какие металлы относят к благородным?*
18. *Сколько грамм составляет одна тройская унция?*
19. *Каковы состав, свойства, применение и получение золота?*
20. *Каковы состав, свойства, применение и получение серебра?*
21. *Какие металлы относят к металлам платиновой группы?*
22. *Состав, свойства, применение, получение металлов платиновой группы?*
23. *Что такое порошковая металлургия?*
24. *Технология получения и применение порошковой металлургии.*
25. *В чем состоят проблемы развития металлургии России?*
26. *Перечислите перспективы развития металлургии России.*

Глава 6
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ И МЕТАЛЛООБРАБОТКА

6.1. МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ

6.1.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, СТРУКТУРА

Машиностроительный комплекс – это совокупность отраслей промышленности, производящих разнообразные машины. Он ведущий среди межотраслевых комплексов. Это обусловлено несколькими причинами.

Во-первых, машиностроительный комплекс – крупнейший из промышленных комплексов, на его долю приходится почти 20 % производимой продукции и всех работающих в хозяйстве России.

Во-вторых, машиностроение и металлообработка характеризуются более крупными размерами предприятий, чем промышленность в целом (средний размер предприятия в отрасли составляет по численности рабочих около 1700 человек, по сравнению с менее чем 850 по промышленности в целом), большей фондоемкостью, капиталоемкостью и трудоемкостью продукции; конструктивно-технологическая сложность продукции машиностроения требует разнообразной по профессиям и квалифицированной рабочей силы.

За годы советской власти в различных районах бывшего СССР были созданы крупнейшие машиностроительные предприятия, выпускающие практически все необходимое технологическое оборудование для всех отраслей народного хозяйства. Но для отечественного машиностроения характерны чрезвычайно высокая степень территориальной концентрации, притом преимущественно в европейской части страны, и недостаточный уровень специализации и межотраслевой кооперации. К тому же многие крупные машиностроительные заводы и производственные объединения проектировались и формировались как универсальные, по принципу «натурального хозяйства», с полным набором заготовительных, вспомогательных и ремонтных производств. Поэтому в предстоящие годы отраслевая, территориальная и технологическая структура машиностроения должна претерпеть кардинальные изменения, основными направлениями которых должно быть улучшение качества продукции, деконцентрация, повышение уровня специализации и кооперации производства, сокращение нерациональных транспортных и других расходов.

Машиностроение является ведущей отраслью всей промышленности, ее «сердцевиной». Продукция предприятий машиностроения играет решающую роль в реализации достижений научно-технического прогресса во всех областях хозяйства. На долю машиностроительного комплекса приходится почти 30 % от общего объема промышленной продукции. В нашей стране эта отрасль развита недостаточно. В Японии, Германии, США удельный вес машиностроения в промышленной структуре составляет от 40 до 50 %. По экспорту машиностроение занимает 2-е место после ТЭК. Эта отрасль дает 12 % экспорта России. Если брать Японию и Германию, то их экспорт составляет:

Япония – 60 %, Германия – 45 %. Машиностроительный комплекс занимает первое место по выпуску валовой продукции, второе место – по основным фондам (25 %) и первое место по промышленному персоналу (42 %).

Структура машиностроительного комплекса РФ показана на рис. 6.1.

Рис. 6.1. Структура машиностроительного комплекса РФ

Тяжелое машиностроение. Заводы этой отрасли отличаются большим потреблением металла и обеспечивают машинами и оборудованием предприятия металлургического, топливно-энергетического, горнодобывающего и горно-химического комплексов. Для него характерны как предприятия, выпускающие детали и узлы или предприятия, специализированные на выпуске отдельных видов оборудования (паровые котлы или турбины для электростанций, горно-шахтное оборудование, экскаваторы), так и универсальные, выпускающие в серийном или индивидуальном исполнении разные виды оборудования («УралМаш», Санкт-Петербургский металлический завод и др.). В состав отрасли входят следующие 10 подотраслей: металлургическое машиностроение, горное, подъемно-транспортное машиностроение, тепловозостроение и путевое машиностроение, вагоностроение, дизелестроение, котлостроение, турбостроение, атомное машиностроение, полиграфическое машиностроение. Около 90 % производства отрасли сосредоточено в европейской части, остальное – в Западной Сибири и на Дальнем Востоке.

Производство металлургического оборудования, занимающее первое место в отрасли по стоимости продукции, расположено, как правило, в районах крупного производства стали и проката. На предприятиях Урала выпускается оборудование для агломерационных фабрик, доменные и электроплавильные печи, а также оборудование для прокатного и дробильно-размольного производства. Профиль заводов горного машиностроения – машины для разведки, а также открытого и закрытого способов добычи, дробления и обогащения твердых полезных ископаемых на предприятиях черной и цветной металлургии, химической, угольной, промышленности и промышленности строительных материалов, транспортного строительства. Они, как правило, расположены в районах потребления – на Урале и в Сибири и др. Отечественному машиностроению принадлежит приоритет в разработке и широком промышленном освоении горнопроходческих и очистных комбайнов, роторных и шагающих экскаваторов. Эта продукция производится в городах Красноярске, Екатеринбурге («УралМаш»), Шахтах, Киселевске и Перми. Продукция подъемно-транспортного машиностроения имеет большое экономическое значение, так как на погрузочно-разгрузочных работах в промышленности, на строительстве, транспорте и в других отраслях народного хозяйства занято около 5 млн человек, притом больше половины – ручным трудом. Мостовые электрические краны выпускаются в Центральном районе (Узловской завод), на Дальнем Востоке (г. Бурейск, Комсомольск-на-Амуре) и во многих других городах. Стационарные и ленточные конвейеры – в Волго-Вятском, Центральном, Уральском районах.

Тепловозостроение, вагоностроение и путевое машиностроение обеспечивает железнодорожный транспорт магистральными грузовыми, пассажирскими и маневровыми тепловозами, грузовыми и пассажирскими вагонами и т.д. Магистральные тепловозы производятся на одном из старейших машиностроительных заводов – Коломенском, маневровые промышленные тепловозы – в основном в Центральном районе (г. Брянск, Калуга, Людиново, Муром) и на Урале. Грузовое вагоностроение сконцентрировано в Западной Сибири (г. Новоалтайск), в Восточной Сибири (г. Абакан). Пассажирские вагоны производят Тверской, Демиховский и Санкт-Петербургский заводы. Путевые машины и механизмы – укладочные, рельсосварочные, снегоочистительные – изготовляются пока в недостаточном количестве и ассортименте, их производство сосредоточено в городах европейской части России – в Калуге, Туле, Вятке, Саратове, Энгельсе, Армавире, Тихорецке. Турбостроение, поставляющее для энергетики паровые, газовые и гидравлические турбины, представлено в первую очередь производственными объединениями «Санкт-Петербургский металлический завод», «Санкт-Петербургский завод турбинных лопаток», Екатеринбургский турбомоторный завод, «Дальэнергомаш» (г. Хабаровск). Заводы подотрасли выпускают оборудование для тепловых, атомных, гидравлических и газотурбинных электростанций, газоперекачивающее оборудование для магистральных газопроводов, компрессорное, нагнетательное и утилизационное оборудование для химической и нефтеперерабатывающей промышленности, черной и цветной металлургии. Основ-

ные факторы размещения – наличие квалифицированных кадров и научно-конструкционных организаций.

Атомное машиностроение образуют заводы головных производственных объединений «Ижорский завод» (г. Санкт-Петербург) и «АтомМаш» (г. Волгодонск). Заводы специализируются на выпуске корпусных реакторов и другого оборудования для АЭС.

Полиграфическое машиностроение имеет наименьший объем товарной продукции в отрасли. Производство сосредоточено исключительно в европейской части страны – в Санкт-Петербурге, Москве, Рыбинске.

Электротехническая промышленность. Отрасль выпускает изделия более 100 тыс. наименований продукции, потребителем которой является практически все народное хозяйство. По объему производства она значительно превосходит в совокупности все подотрасли тяжелого машиностроения. Для производства электротехнической продукции требуется широкий набор технических средств и материалов, производимых различными промышленными комплексами. Размещение предприятий электротехнической промышленности обусловлено различными факторами, где важную роль играют наличие квалифицированных кадров, специализированных научно-исследовательских организаций и крупных потребителей. В настоящее время основными регионами электротехнического машиностроения являются Центральный, Северо-западный и Западно-Сибирский районы. Старейшими являются такие предприятия, как московский электрозавод имени В.В. Куйбышева, санкт-петербургский «Электросила», екатеринбургский «Уралэлектроаппарат» и новосибирский трансформаторный завод.

Станкоинструментальная промышленность включает производство металлорежущих станков, кузнечнопрессового оборудования, деревообрабатывающего оборудования, металлообрабатывающего инструмента, централизованный ремонт металлообрабатывающего оборудования. Заводы станкоинструментальной промышленности размещены в основных машиностроительных районах. Средний размер предприятий сравнительно невелик. Крупными центрами станкоинструментальной промышленности являются г. Москва (завод токарных станков и роботизированных комплексов «Красный пролетарий»), Санкт-Петербург, Иваново, Саратов, Рязань, Нижний Новгород, Новосибирск, Оренбург, Иркутск и др.

Приборостроение. Продукция этой отрасли отличается небольшой материало- и энергоемкостью, но для ее производства требуются высококвалифицированная рабочая сила и научно-исследовательские кадры. Поэтому основная часть производственного потенциала сосредоточена в крупных и крупнейших городах. Например, в Москве и Московской области размещены десятки научно-производственных и производственных объединений, специализирующихся на выпуске, монтаже и наладке средств автоматизации, разработке программного обеспечения, конструировании и производстве часов, медицинских приборов, измерительной аппаратуры, оргтехники.

Машиностроение для легкой и пищевой промышленности. Сюда входят следующие подотрасли: производство оборудования для текстильной,

трикотажной, швейной, обувной, кожевенной, меховой промышленности, а также для производства химических волокон и оборудование для пищевой промышленности. Основным фактором размещения является близость к потребителю, поэтому подавляющее большинство заводов и более 90 % объема выпуска товарной продукции размещены в европейской зоне (главным образом Центральный, Волго-Вятский, Северо-западный и Поволжский районы).

Авиационная промышленность. В авиационной промышленности кооперируются предприятия практически всех отраслей промышленного производства, поставляющие разнообразные материалы и оборудование. Предприятия отличаются высоким уровнем квалификации инженерно-технического и рабочего персонала, что обусловило возникновение и развитие авиационной промышленности в крупных промышленных центрах. Современные пассажирские и грузовые самолеты производятся в Москве, Смоленске, Воронеже, Таганроге, Казани, Ульяновске, Самаре, Саратове, Омске, Новосибирске. В Москве, Ростове-на-Дону, Казани и Улан-Удэ производят вертолеты.

Ракетно-космическая промышленность выпускает орбитальные космические корабли, ракеты для вывода спутников, грузовых и обитаемых кораблей и корабли многоразового использования типа «Буран», сочетает высокие технологии с широкой межотраслевой комплексностью производства. На долю России приходится 85 % мощностей ракетно-космического комплекса бывшего СССР.

Автомобильная промышленность. По объему производства, а также по стоимости основных фондов она является крупнейшей отраслью машиностроения. Продукция автомобилестроения широко используется во всех отраслях народного хозяйства и является одним из самых ходовых товаров в розничной торговле. Свыше 80 % перевозимых грузов приходится на автомобильный транспорт.

Подавляющая часть производства сосредоточена в старых промышленных районах европейской части России с высокой концентрацией перевозок и наличием крупных транспортных узлов. В отрасли велик уровень производственной концентрации. Более 1/2 товарной продукции, основных производственных фондов и персонала приходится на предприятия с численностью работающих более 10 тыс. человек. К этой группе относятся АМО «ЗИЛ», АО «ГАЗ» (Нижний Новгород), АО «ВАЗ» (Тольятти), АО «КамАЗ» (Набережные Челны). Основными районами размещения являются Центральный (более 1/5 валовой продукции), Поволжский, Волго-Вятский и Уральский районы.

Сельскохозяйственное и тракторное машиностроение. Основные мощности сельскохозяйственного и тракторного машиностроения расположены главным образом в Северо-Кавказском, Поволжском, Западно-Сибирском, Уральском, Центральном, Центрально-Черноземном и Волго-Вятском районах. Это соответствует размещению и специализации сельского хозяйства. В сельскохозяйственном машиностроении осуществляется предметная и подетальная специализация; значительно меньше заводов специализировано на определенных стадиях технологического процесса или капитальном ремонте оборудования.

Судостроительная промышленность. Большинство предприятий отрасли, несмотря на потребляемое ими значительное количество металла больших параметров, что неудобно для транспортировки, находится вне крупных металлургических баз. Сложность современных судов обусловливает установку на них разнообразного оборудования, что подразумевает наличие кооперационных связей с предприятиями-смежниками. Строительство судов начинается на суше, а заканчивается на плаву, поэтому многие верфи размещены в устьях крупных рек или в защищенных от моря гаванях.

6.1.2. КРУПНЕЙШИЕ ХОЛДИНГИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

В последние годы в машиностроении, как и в других отраслях, заметно ускорились интеграционные процессы, приводящие к формированию вертикально и горизонтально интегрированных корпораций, в которых производственное ядро составляют крупные комплексы машиностроения, тесно связанные с широким спектром родственных и сопряженных производств.

Рассмотрим крупнейшие комплексы и холдинги машиностроения.

1. ОАО «Объединенные машиностроительные заводы» (группа «ОМЗ») – один из крупнейших в России промышленных холдингов в области тяжелого машиностроения (Россия, Санкт-Петербург).

Характеристика:

– единственный в России и СНГ производитель корпусного оборудования для АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200 в полной комплектации;

– ведущий российский производитель уникального крупнотоннажного оборудования для нефтегазохимической отрасли;

– один из пяти ведущих мировых производителей (наряду с «Japan Steel Works», «Japan Casting & Forging Corporation», «Kobe Steel Group», «Doosan Heavy Industries & Construction Co.») крупных и сверхкрупных изделий из специальных сталей для традиционной и атомной энергетики, металлургического и нефтехимического машиностроения, а также военно-промышленного комплекса;

– ведущий российский производитель карьерных электрических экскаваторов;

– успешно конкурирует с ведущими иностранными производителями по цене, качеству, а также срокам изготовления и поставки оборудования.

Производственные активы:

– ОАО «Ижорские заводы» (г. Санкт-Петербург, Колпино);

– ООО «ОМЗ-Спецсталь» (Санкт-Петербург);

– ООО «ИЗ-КАРТЭКС» им. П.Г. Коробкова (Санкт-Петербург);

– ООО «ОМЗ – Литейное производство» (г. Санкт-Петербург, Колпино);

– «Skoda JS» (Чешская Республика).

2. **ОАО «Силовые машины»** – российская энергомашиностроительная компания (Россия, Санкт-Петербург).

Характеристика

Является ведущим российским производителем и поставщиком в области энергомашиностроения, включающих инжиниринг, производство, поставку, монтаж, сервис и модернизацию оборудования для тепловых, атомных, гидравлических и газотурбинных электростанций.

Производственные активы

Компания «Силовые машины», созданная в 2000 г., объединила технологические, производственные и интеллектуальные ресурсы всемирно известных российских предприятий:

– Ленинградский металлический завод (филиал ОАО «Силовые машины»);

– завод «Электросила» (филиал ОАО «Силовые машины»);

– ОАО «Завод турбинных лопаток» (Санкт-Петербург);

– ОАО «Калужский турбинный завод» (Калужская обл.);

– ООО «Электросила – завод Реостат» (г. Великие Луки, Ленинградская обл.).

3. **ОАО «Энергомашкорпорация»** – хорошо диверсифицированный машиностроительный холдинг.

Характеристика

Холдинг специализируется на производстве продукции для энергетики, металлургии, газовой и нефтяной промышленности, строительного сектора. Владеет заводами по производству котлов, трубопроводов для электростанций, газовых турбин, турбо и гидрогенераторов, оборудования для нефтегазохимического комплекса, металлоконструкций промышленного и гражданского строительства в г. Белгороде, Барнауле, Энгельсе, Екатеринбурге, Волгодонске, Чехове. В мае 2010 г. ОАО «Энергомашкорпорация» было признано банкротом. В компании введено конкурсное производство, крупнейшими кредиторами являются ВТБ, Сбербанк и казахский БТА-банк.

Производственные активы:

– ЗАО «Энергомаш (Белгород) – БЗЭМ» (г. Белгород);

– ООО «Энергомаш – Атоммаш» (г. Волгодонск, Ростовская обл.);

– ЗАО «Энергомаш – Уралэлектротяжмаш» (Екатеринбург);

– ОАО «Уралгидромаш» (г. Сысерть, Свердловская обл.);

– ПК «Волгоэнергоремонт» (г. Энгельс, Саратовская обл.);

– ПК «Сибэнергомаш» (г. Барнаул);

– ОАО «Чеховский завод энергетического машиностроения» (Московская обл.).

4. **ЗАО «Трансмашхолдинг»** (ТМХ) – крупнейшая в России компания в области транспортного машиностроения.

Характеристика

Предприятия «Трансмашхолдинга» производят магистральные и промышленные электровозы, магистральные и маневровые тепловозы, грузовые

и пассажирские вагоны, вагоны электропоездов и метро, вагонное литье, тепловозные и судовые дизели, дизель-генераторы, комплектующие для железнодорожного подвижного состава и городского рельсового транспорта, а также осуществляют ремонт и сервисное обслуживание ранее выпущенной продукции.

Производственные активы:

– Новочеркасский вагоностроительный завод (г. Новочеркасск, Ростовская обл.);

– Брянский машиностроительный завод (г. Брянск);

– Коломенский завод (г. Коломна, Московская обл.);

– «Пензадизельмаш» (г. Пенза);

– Бежицкий сталелитейный завод (г. Брянск, Бежицкий район);

– Тверской вагоностроительный завод (г. Тверь);

– Луганский тепловозостроительный завод (Украина, г. Луганск);

– Демиховский машиностроительный завод (д. Демихово, Московская обл., Орехово-Зуевский район);

– «Метровагонмаш» (г. Мытищи, Московская обл.);

– «Октябрьский электровагоноремонтный завод» (Москва);

– «Центросвармаш» (г. Тверь);

– «Трансконвертер» – совместное предприятие ЗАО «Трансмашхолдинг» с компанией «Сименс Акциенгезельшафт» (Германия);

– производственная фирма КМТ (г. Ломоносов (Санкт-Петербург).

5. **ОАО «Автоваз»** – российская автомобилестроительная компания, крупнейший производитель легковых автомобилей в России и Восточной Европе.

Характеристика

«Автоваз» является крупнейшим в России автопроизводителем и компанией, активно работающей в 46 странах. Общества, входящие в группу «Автоваз», ведут деятельность более чем в 17 государствах; в нее входят около 270 дочерних предприятий, а общая численность ее персонала превосходит 20 000 человек. Все эти ресурсы предоставляют компании глобальные возможности. Предприятия группы активно участвуют в таких областях, как телекоммуникации, энергетика, строительство, а также оказывает финансовые и страховые услуги.

Производственные активы:

– ОАО «Автоваз» (г. Тольятти, Самарская обл.);

– ОАО «БелЗАН» (Белебеевский завод «Автонормаль») (г. Белебей, Башкортостан);

– ОАО «ДААЗ» (Димитровградский автоагрегатный завод) (г. Димитровград, Ульяновская обл.);

– ОАО «СААЗ» (Скопинский автоагрегатный завод) (г. Скопин, Рязанская обл.).

6.2. МЕТАЛЛООБРАБОТКА

6.2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Металлообработка – процесс работы с металлами по созданию отдельных частей, сборочных узлов или больших структур (металлоконструкций), который охватывает широкий диапазон различных действий от построения больших кораблей и мостов до изготовления мельчайших деталей и ювелирных изделий. Поэтому термин включает в себя широкий диапазон навыков, процессов и инструментов.

Металлообработка – сложный технологический процесс, при котором изменяется форма и размеры металла, деталям придается желаемая форма при помощи одного из нескольких методов обработки металла. Прежде всего, надежность, технология любого производства, любой металлической конструкции зависит от качества выполненной металлообработки, поэтому такое задание необходимо доверять профессионалам, обладающим достаточным опытом и необходимым оборудованием, предназначенным непосредственно для данных видов металлообработки. Вообще говоря, металлообработка является необходимой частью сегодня во многих отраслях производства, строительства, ремонта, промышленности. Экономика страны, мировая экономика, промышленный уровень постоянно растет, в связи с чем потребности в обработке металла соответственно растут. Металлообработка всегда останется востребованной, пока функционирует промышленность.

Технологическую основу машиностроительного производства составляют различные виды обработки металлов и других конструкционных материалов – литье, ковка, обработка давлением и резанием, сварка и т.д.

Рассмотрим основные технологические процессы, применяемые при металлообработке.

6.2.2. ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Литейным производством называется процесс получения фасонных отливок путем заполнения жидким металлом изготовленных для этой цели форм, где залитый металл затвердевает. Методом литья в зависимости от применяемой технологии можно получить законченные изделия или заготовки, которые затем подвергают механической обработке.

Отливки можно изготавливать из чугуна и стали, меди и алюминия, медных, алюминиевых и других сплавов цветных и черных металлов. Литьем можно получить детали массой от нескольких граммов (например, детали приборов) до сотен тонн (например, станины крупных станков) с толщиной стенки от 0,5 до 500 мм и более самой сложной конфигурации.

В общем машиностроении литье (по массе) занимает более 60% производства всех деталей машин. Литьем получают как многие металлоемкие, сложные по форме, но малоответственные изделия вроде батарей отопления,

так и весьма ответственные детали, какими являются автомобильные блоки цилиндров, поршни, турбинные лопатки, колеса, всевозможные станины, лопасти гидротурбин и другие изделия. Литейное производство широко используется в авиастроении, судостроении, приборостроении, радиоэлектронике, ракетостроении и атомной энергетике – при изготовлении отливок из тугоплавких сплавов. Большой спрос на литье наблюдается в химическом машиностроении, где широко используются трудно обрабатываемые жаропрочные и коррозионно-стойкие сплавы. Наибольшее количество литья – около 70 % от массы всех отливок – производят из серого чугуна, далее идет стальное литье (около 20 %), литье из ковкого чугуна (около 8 %), из медных, алюминиевых, титановых и цинковых сплавов.

Современное литейное производство использует около 50 различных технологий, при этом наиболее часто применяемыми являются следующие виды литья: в песчано-глинистые формы, в металлические формы (кокиль), под давлением, по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, центробежное литье, электрошлаковое литье, а также литье под низким давлением, вакуумным всасыванием, выжиманием, жидкой штамповкой. Формы для заливки металлом применяются разовые (для одной заливки с последующим разрушением) и многоразовые. Рассмотрим некоторые виды литья.

ЛИТЬЕ В ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫЕ ФОРМЫ

Литье находит широкое применение при производстве крупногабаритных заготовок, преимущественно из чугуна и стали. Для его технологического обеспечения изготавливается *модельный комплект* – набор приспособлений и инструментов, необходимых для изготовления формы. В этот набор входят:

– модель отливки – деревянное изделие, полностью соответствующее по форме и размерам будущей отливке и предназначенное для получения в песчано-глинистой смеси соответствующей полости;

– стержневые ящики – для изготовления стержней, которые устанавливаются в форму с целью создания внутренних полостей или отверстий в отливке;

– модель литниковой системы – деревянное приспособление, предназначенное для образования в песчано-глинистой смеси системы каналов, подводящих расплав в полость формы и отводящих газы;

– опока – приспособление в виде жесткой рамы (открытого ящика), служащее для удержания в нем формовочной смеси при изготовлении форм, транспортирования и заливки металлом;

– подмодельная плита – приспособление, на котором монтируются рассмотренные выше элементы.

Операции могут выполняться вручную, механизированными и автоматизированными способами. Модельная оснастка изготавливается из дерева,

металла, пластмасс, гипса и др. материалов. Выбор материала оснастки зависит от применяемой технологии литья и серийности производства отливок.

Приготовление формовочных и стержневых смесей состоит в подготовке и смешивании формовочных материалов, к которым относятся огнеупоры (кварцевый песок, шамот – огнеупорный кирпич); связующие для придания смеси прочности (глина, смолы, жидкое стекло).

Технологический процесс литья состоит из следующих операций.

На подмодельную плиту 1 (рис. 6.2*а*) устанавливается опока 3, в нее – нижняя часть модели 2, затем все засыпается глинисто-песчаной смесью, утрамбовывается, и накалываются отверстия для выхода газов (рис. 6.2*б*). Затем опока переворачивается, на нее устанавливается верхняя часть модели 4 (рис. 6.2*в*) и вторая опока. Снова засыпается смесью, устанавливаются литниковые модели 5 и 6 (рис. 6.2*г*), делаются отверстия для выхода газов. Затем верхняя опока снимается, модель вынимается, вставляются стержни под будущие отверстия 7, форма собирается, сушится и поступает под заливку. Процессы формовки, как правило, механизированы.

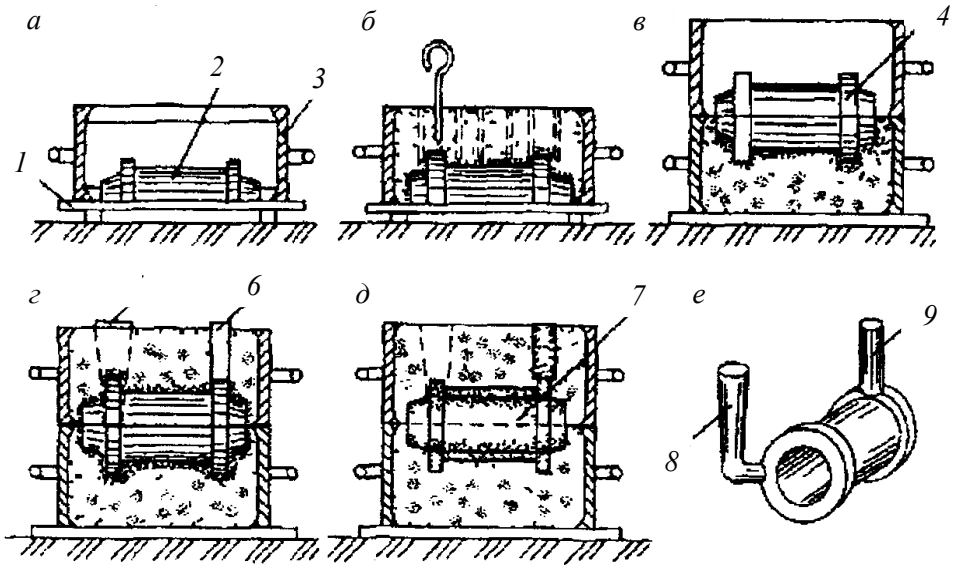


Рис. 6.2. Формовка и изготовление отливки в песчано-глинистой форме

После застывания металла форма разбивается, выбиваются стержни, отливка (рис. 6.2*е*) поступает на обрубку литника 8 и выпора 9 и на зачистку.

НЕПРЕРЫВНАЯ РАЗЛИВКА СТАЛИ

Крупнейшим отечественным изобретением является способ *непрерывной разливки* (рис. 6.3), при помощи которого разливается около 50 % стали.

Жидкая сталь из металлоприемника 1 через металлопровод 2 поступает в медный водоохлаждаемый кристаллизатор 3, где наружные поверхности слитка затвердевают. Затем слиток попадает в зону вторичного охлаждения 4, где на его поверхность форсунками разбрызгивается вода. Слиток вытягивается из кристаллизатора с помощью устройства 5, после прохождения которого он разрезается на заготовки нужной длины. Преимуществом такого вида разливки стали является увеличение выхода годного продукта до 98 % вместо 80 %, а меньше – при разливке в изложницы; ненужность мощных обжимных станов (блюмингов и слябингов – см. далее); легкое разделение слитков на мелкие заготовки; автоматизация процесса разливки; стабильность условий формирования слитка; улучшение условий труда.

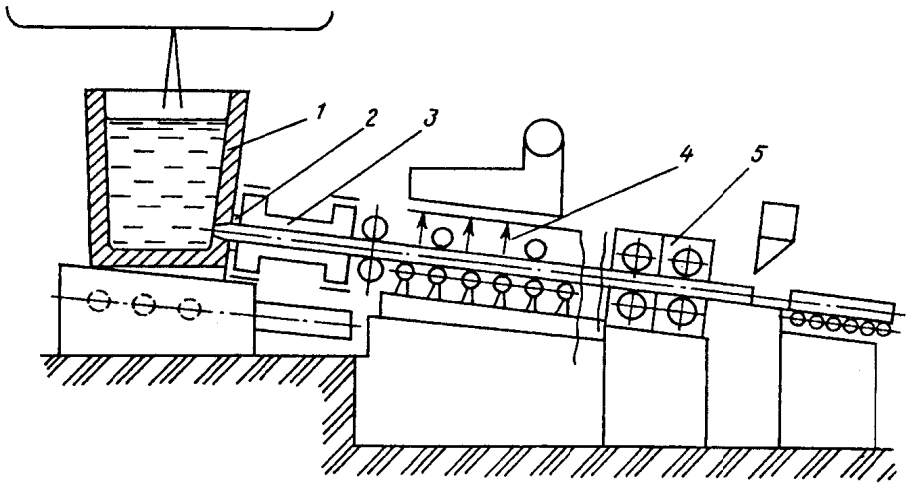


Рис. 6.3. Установка непрерывной разливки стали (УНРС):
1 – металлоприемник; 2 – металлопровод; 3 – водоохлаждаемый кристаллизатор;
4 – устройство вторичного охлаждения; 5 – устройство для вытягивания слитка

Продукцией сталеплавильного производства являются разнообразные *слитки* массой от 0,05 до 400 т. *Многогранные* слитки поступают на машиностроительные заводы, где служат заготовками для ковки крупных поковок (валы турбин и гидрогенераторов, крупные кольца и т.д.); *квадратные* слитки – для прокатки и ковки; *прямоугольные* – для прокатки листов; *круглые* – для прокатки бесшовных труб.

Слитки УНРС сечением 80х80 мм и более служат заготовками при ковке, штамповке и прокатке. Шлак используется для удобрения почвы и изготовления кирпичей и ваты.

6.2.3. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛА ДАВЛЕНИЕМ

ПРОКАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Прокатке подвергается около 75 % выплавленной стали. Прокатка (рис. 6.4) бывает продольной (*а)*, поперечной (*б),* поперечно-винтовой (*в)*.

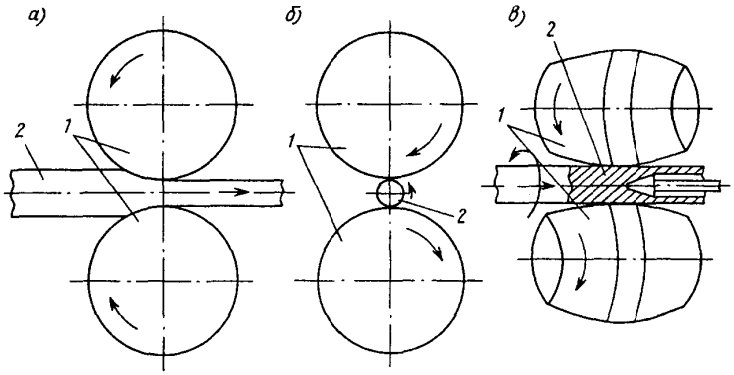


Рис. 6.4. Виды прокатки:
а) продольная; б) поперечная; в) поперечно-винтовая; 1 – валки; 2 – заготовка

Слитки сначала поступают на мощные обжимные станы продольной прокатки: квадратные — на *блюминги* (для получения *блюмов* – балок квадратного сечения со скругленными углами со стороной от 150 до 450 мм), прямоугольные – на *слябинги* для получения *слябов* — прямоугольных заготовок для листового проката. Далее слябы поступают на *листовые* станы продольной прокатки, имеющие гладкие валки (рис. 6.5).

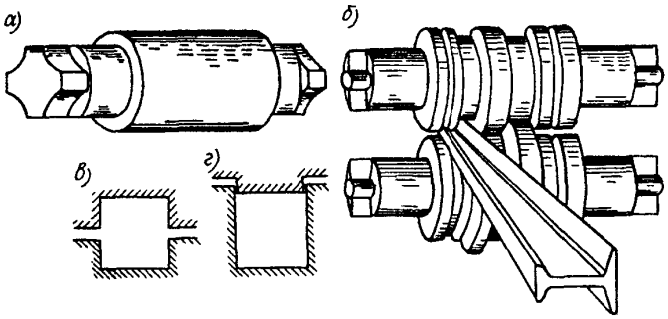


Рис. 6.5. Валки прокатных станов:
а) гладкий; б) вырезной; в), г) открытый и закрытый калибр

ПРОИЗВОДСТВО ТРУБ

Для получения *бесшовных труб* прокаткой цилиндрические слитки поступают на прошивные станы поперечно-винтовой прокатки (рис. 6.6*а*), где в заготовке 3 при обжатии ее в валках 1 вскрывается полость, калибруемая пробкой (оправкой) 4; 2 – поддерживающие валки. В результате получается бесшовная *гильза,* которая затем на трубопрокатном стане многократной последовательной продольной прокаткой в валках с калибрами постоянного сечения *б* или методом возвратно-поступательного движения в обжимных валках переменного сечения *в (б, в:* 1 – валки; 2 – оправка).

При производстве *сварных труб* сначала из полосы гибкой в нескольких парах валков получают заготовку (рис. 6.7*а*), соединенные кромки которой сваривают различными видами электрической или печной (кузнечной) сваркой, в последнем случае нагретая заготовка протягивается через фильеру, благодаря чему кромки сдавливаются и свариваются в пластическом состоянии. Заготовка для труб большого диаметра сворачивается в спираль и сваривается спиральным швом (рис. 6.7*б).*

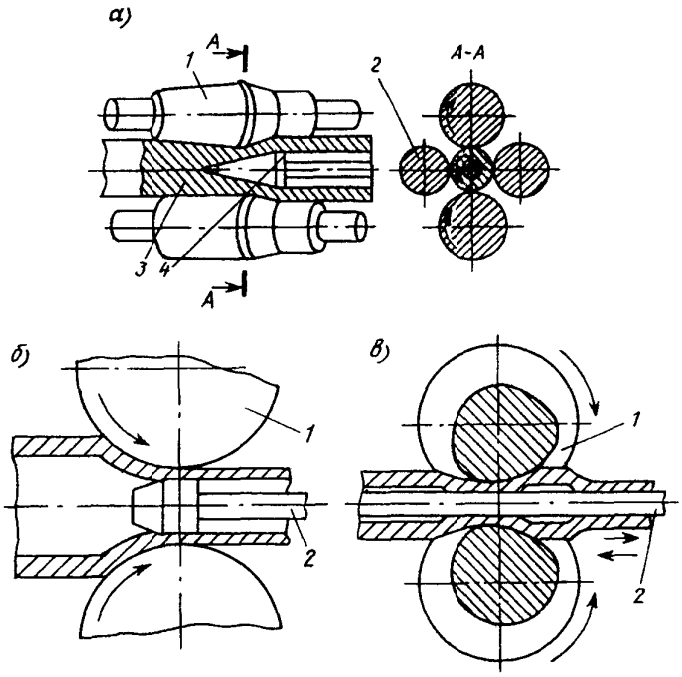


Рис. 6.6. Прокатка бесшовных труб

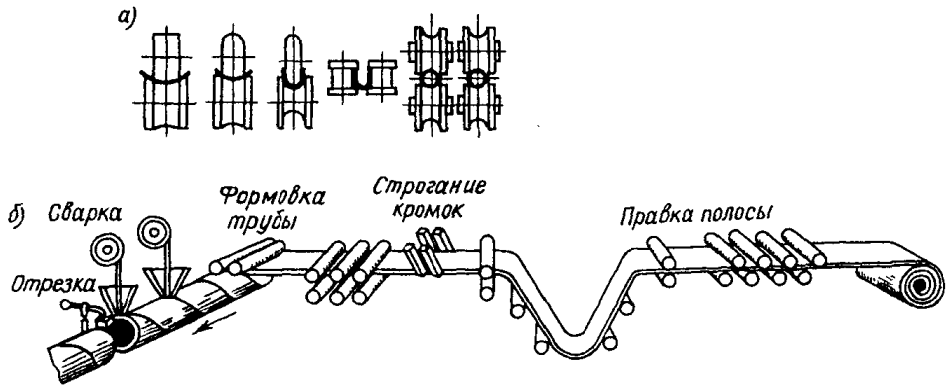


Рис. 6.7. Изготовление сварных труб:
а) гибка полосы в валках; б) получение труб со спиральным швом

ПРЕССОВАНИЕ

Прессованием называется способ обработки металлов давлением, при котором металл выдавливается из замкнутой полости через отверстие с получением профиля по форме отверстия. Прессованные изделия получаются более точными, чем катанные.

Прессованием получают *прутки* диаметром 5-250 мм, *проволоку* диаметром 5-10 мм, *трубы с* наружным диаметром 20-400 мм и толщиной стенки 1,5-12 мм. Благодаря гибкости и легкости переналадки прессованием выгоднее, чем прокаткой, изготавливать малые серии изделий. Различают прямое и обратное прессование.

При прямом прессовании (рис. 6.8*а*) *пуансон* (поршень) 1 давлением на *планшайбу* 2 выталкивает металл 3 через отверстие в матрице 5 с получением прутка, имеющего сечение по форме отверстия.

При получении трубы (рис. 6.8*б*) металл сначала прошивается иглой 6, проходящей через полый пунсон и затем под давлением планшайбы 2 выдавливается в виде трубы 3 через кольцеобразное отверстие, образуемое иглой 6 и стенками отверстия матрицы. При обратном прессовании (рис. 6.8*в*) металл выходит через матрицу 5 и полый пуансон 1 в направлении, обратном движению пуансона. Прессование производится на гидравлических прессах с усилием 300-25 000 тонн.

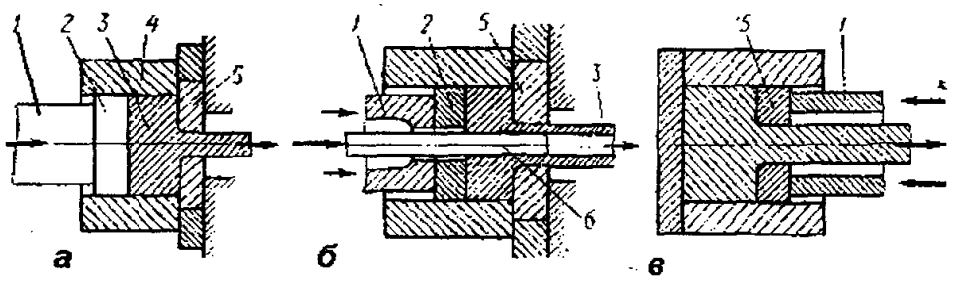


Рис. 6.8. Схемы прессования изделий

ВОЛОЧЕНИЕ

Волочением получают проволоку, прутки, стержни и трубы (рис. 6.9*а*). При *волочении* заготовка 1 протаскивается через фильеру 2 в холодном состоянии, приобретая гладкую поверхность и высокую точность поперечного размера. Калиброванные (холоднотянутые) прутки и трубы служат заготовкой при точной штамповке и при изготовлении деталей резанием на токарных автоматах. Волочение является исключительным методом для производства очень тонкой *проволоки* диаметром от 0,002 до 10 мм (рис. 6.9*б*), трубы диаметром до 500 мм и толщиной стенки 0,1-10 мм высокой точности с блестящей поверхностью. Волочение труб без оправки (рис. 6.9*в*) производится при уменьшении только диаметра, с оправкой – при уменьшении диаметра и стенки трубы (рис. 6.9*г*). В процессе волочения металл разогревается.

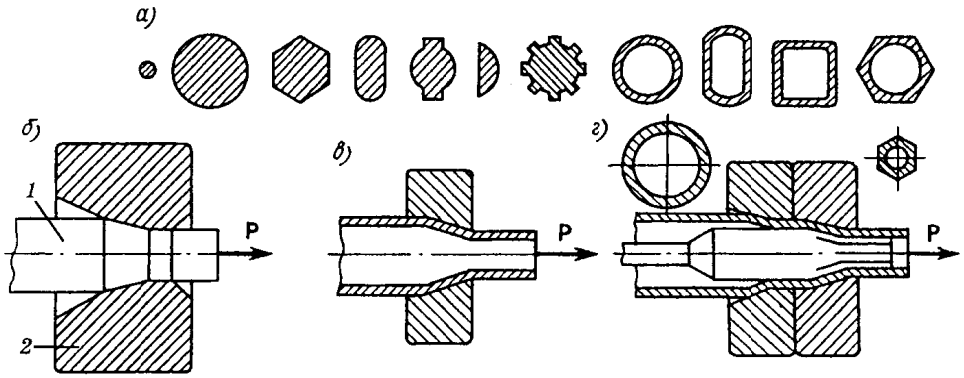


Рис. 6.9. Волоченые профили (а) и волочение металлопродукции:
б) прутка; в), г) соответственно круглой и фасонной трубы:
1 – заготовка; 2 – фильера

6.2.4. КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

КОВКА

Ковка – процесс деформирования нагретой заготовки последовательным ударным воздействием молота или закрепленного в нем инструмента. Ковка бывает машинной (на молотах и прессах) или ручной. Изделие, полученное ковкой, называется *поковкой.* Поковки имеют разнообразную форму и по массе могут быть от нескольких граммов до 300 и более килограммов. Самое сложное по форме металлическое изделие можно получить, выполняя в определенной последовательности основные операции ковки: *осадку, вытяжку, рубку, прошивку, раскатку, разгонку, обкатку* и *др.* (рис. 6.10).

Осадка – увеличение поперечного сечения за счет высоты ударом по верхней поверхности заготовки.

Вытяжка – удлинение заготовки ударами молота по ее поверхности с поворотом на 90° за счет уменьшения поперечного сечения.

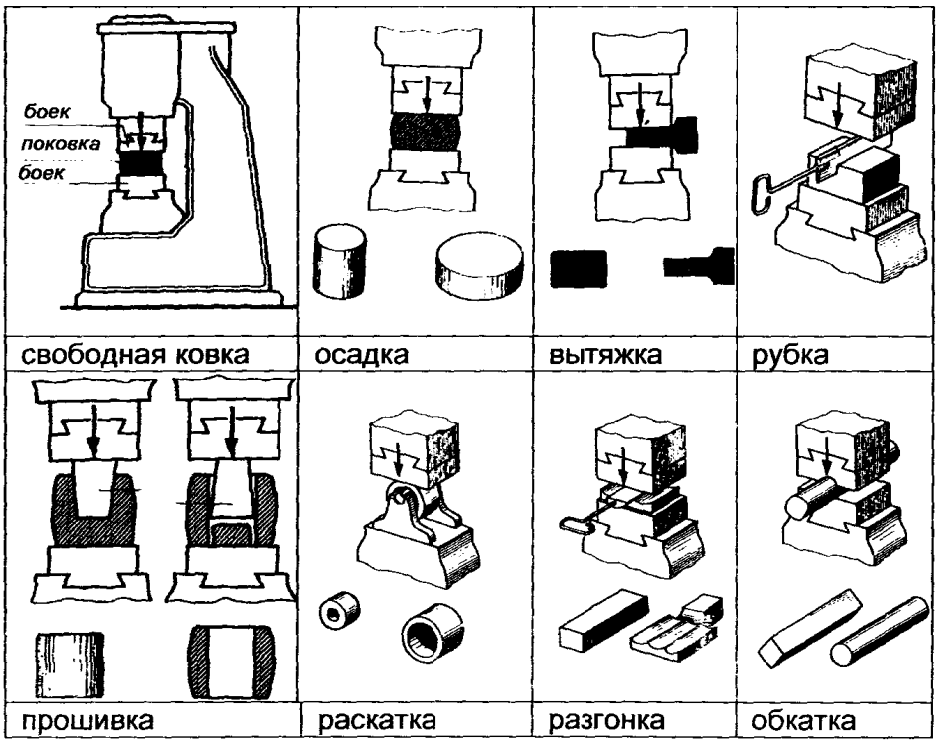


Рис. 6.10. Схема свободной ковки и основные операции

Рубка – отделение части металла с помощью зубила или топора.

Прошивка (пробивка) отверстий с помощью *прошвиня (пробойника) с* установкой заготовки на приспособление в виде кольца.

Гибка применяется для гибки заготовки.

Раскатка – операция уменьшения толщины стенки цилиндра с помощью оправки или приспособления. Имеется ряд других операций, сущность которых также заключается в изменении формы нагретой заготовки ударными воздействиями молота с применением различных инструментов.

Для ковки используются *пневматические и паровоздушные* молоты; молоты, работающие под воздействием пара и *гидравлические прессы,* где давление создается маслом, поступающим в рабочий цилиндр. Основной характеристикой молота является масса его падающих частей. Имеются молоты с весом падающих частей от 150 кг до 16 тонн.

Пневматический молот (рис. 6.11) имеет два параллельных цилиндра – рабочий 4 и компрессионный 5. *В* рабочем цилиндре движется поршень 3, связанный с бабой-бойком 2. Компрессионный поршень 8, приводимый в движение двигателем с кривошипно-шатунным механизмом 9, сжимает поочередно воздух в нижней и верхней полостях компрессорного цилиндра 5 и направляет его по каналам 6, в результате чего происходит опускание (удар) и подъем молота. Для выпуска воздуха из цилиндра и его впуска используются краны 7, управляемые педалью Т. Пневматические молоты дают возможность делать отдельные удары автоматически и поддерживать молот в поднятом состоянии или прижимать его к заготовке. Вес падающей части пневматических молотов колеблется от 50 до 1000 кг.

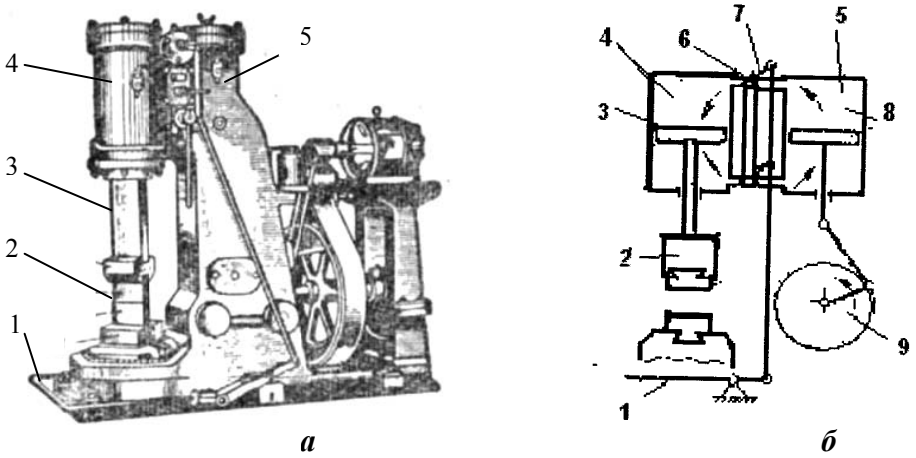


Рис. 6.11. Схема пневматического молота

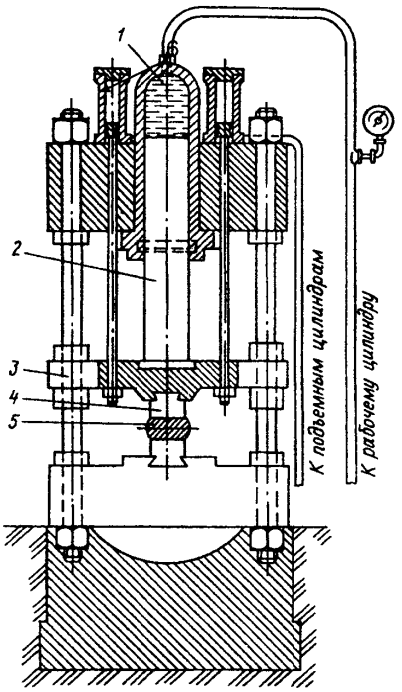


Рис. 6.12. Схема гидравлического пресса

Паровоздушные молоты приводятся в движение паром или сжатым воздухом, поступающим под давлением 0,4-0,8 Мн/м^2 (4-8 кГ/см^2). Удар молота по заготовке происходит под действием его силы тяжести или под действием силы тяжести молота и давления пара.

На рис. 6.12 показана схема работы широко используемого в промышленности гидравлического пресса. Действие пресса основано на законе Паскаля, согласно которому давление, производимое внешними силами на поверхность жидкости, одинаково передается по всем направлениям.

Давление (до 20 МПа) в рабочем цилиндре 1 создается подачей в него гидравлической жидкости (минерального масла). Через *плунжер* (поршень) 2 и *траверсу* (поперечину) 3 давление передается на *боек* 4, который и деформирует заготовку 5. Гидравлические прессы применяются для получения тяжелых поковок из слитков, масса которых достигает 250 т, а также в штамповочном производстве и при переработке пластмасс. Они могут создавать давление до 70 000 тонн.

ГОРЯЧАЯ ОБЪЕМНАЯ ШТАМПОВКА

Объемная штамповка – процесс изготовления поковки путем заполнения разогретым металлом полости *штампа* (рис. 6.13). Производительность штамповки в 50-100 раз выше, чем ковки; объемная штамповка дает высокую точность, но требует изготовления дорогостоящих штампов, поэтому применяется только в массовом и серийном производстве и при изготовлении деталей массой менее 10 кг.

Штамп представляет собой два стальных бруска, имеющих внутренние полости 1 и 2. Они выполнены точно по форме будущей детали и называются *ручьями.* Нагретая заготовка помещается в полость нижней части штампа. Под воздействием молота верхняя часть штампа выдавливает металл с заполнением ручьев штампа. Излишки металла 3 выдавливаются в кольцеобразную полость и обрезаются при последующей обработке.

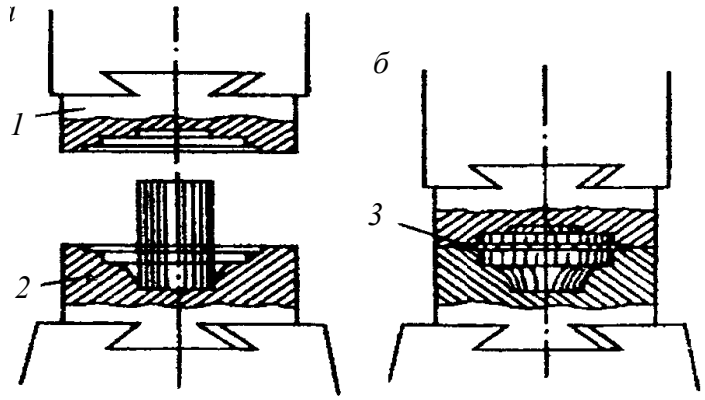


Рис. 6.13. Схема объемной штамповки

При сложной форме заготовки она обрабатывается на *многоручьевом* штампе. В этом случае заготовка при прессовке перекладывается из одного ручья штампа в другой с постепенным доведением ее формы до необходимой конфигурации (рис. 6.14, операции 1-5).

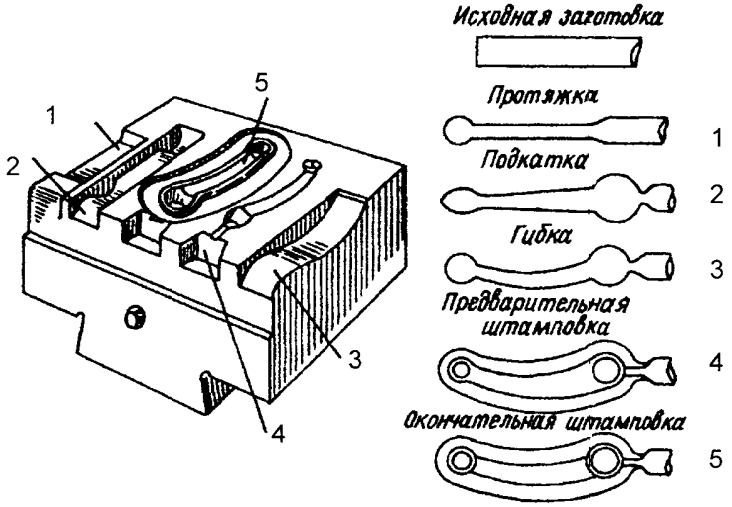


Рис. 6.14. Многоручьевой штамп

ЛИСТОВАЯ ХОЛОДНАЯ ШТАМПОВКА

Листовой штамповкой называется процесс изготовления деталей в штампе из листа, полосы или рулонного материала. Толщина деталей не превышает 10 мм. Она отличается высокой производительностью – до 40 тыс. деталей в смену, полученные детали не требуют дальнейшей доработки. В автомобильной промышленности штамповкой получают до 60 % деталей, в приборостроении – до 70 %, для потребительских нужд – до 95 %.

Штампы подразделяются на *вырубные* - для вырубки отверстий, *гибочные, отрезные* и *вытяжные* - для вытяжки цилиндров (рис. 6.15).

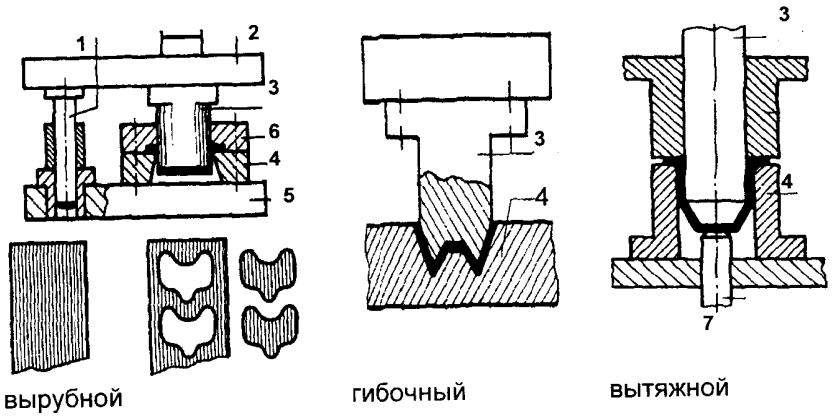


Рис. 6.15. Штампы для листовой холодной штамповки

Вырубной штамп состоит из *матрицы* 4 - нижняя часть штампа, в которой сделано отверстие по форме вырубаемой детали, и *пуансона* 3 - стержня, поперечное сечение которого сделано точно по форме отверстия в матрице. Матрица закрепляется на *нижней плите* 5, плита - на столе пресса. Пуансон закрепляется в *верхней плите* 2, плита – с помощью *хвостовика* в подвижной части пресса. Заготовка (лист или полоса металла) помещается между съемником и матрицей. При включении пресса пуансон опускается, проходит через заготовку и вырубает соответствующую деталь (простейший вид штампа – дырокол). Деталь падает через отверстие в матрице в сборник, пуансон поднимается наверх, а заготовка автоматически передвигается для следующей вырубки.

Съемник 6 служит для того, чтобы при движении пуансона вверх он за счет трения не повлек за собой заготовку. Направляющая колонка 1 служит для управления движением матрицы.

В гибочном штампе пунсон прижимает металл к стенкам матрицы и таким образом формует деталь.

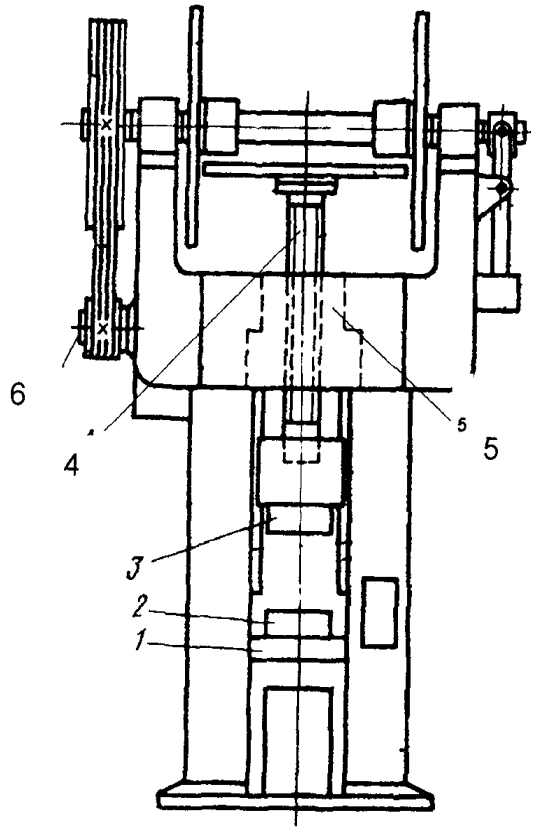


Рис. 6.16. Винтовой пресс

В вытяжном штампе пуансон при опускании в отверстие матрицы вытягивает цилиндр. Профиль пуансона делается меньше отверстия в матрице на толщину стенки цилиндра, и кромки пуансона закругляются, чтобы не произошла вырубка. Готовая деталь выталкивается толкателем 7. При глубокой вытяжке из стального проката делается его неоднократный отжиг, чтобы металл был более мягким и пластичным. Штамповка осуществляется на кривошипных, винтовых и гидравлических прессах. В единичном и мелкосерийном производстве широко применятся винтовой пресс (рис. 6.16). Нижняя половина штампа 2 установлена на столе 1. Вращение от двигателя 6 через систему передач подается на винт 4. Вращаясь в гайке 5, он передвигает верхнюю половину штампа вниз и производит соответствующую работу (вытяжку, вырубку и т.д.).

6.2.5. ОБРАБОТКА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Обработкой металлов резанием называется процесс, при котором режущим инструментом снимается слой материала заготовки для получения детали нужной формы, заданных размеров и шероховатости (чистоты обработки). На металлорежущих станках получают окончательно готовые, не требующие дальнейшей обработки детали. В качестве заготовок используются отливки, поковки, штамповка, сортовой прокат и другие материалы.

При обработке резанием заготовка и режущий инструмент совершают определенные движения. Они подразделяются на *рабочие* движения, в процессе которых происходит снятие стружки, и *вспомогательные* – для подго-

товки узлов станка к этому процессу. Рабочее движение подразделяется на *главное* – снятие стружки резцом – и *подачи* – перемещение резца в направлении обработки заготовки. Например, при сверлении вращение сверла является главным движением, а перемещение сверла вдоль оси является движением подачи. На рис. 6.17 приведены примеры основных видов обработки конструкционных материалов резанием.

Точение (рис. 6.17*а*). Главным движением является вращение заготовки вокруг оси, а движением подачи – поступательное перемещение инструмента относительно заготовки вдоль ее оси, перпендикулярно или под углом к ней. Точением обрабатывают преимущественно поверхности тел вращения на токарных, карусельных, револьверных и расточных станках, токарных автоматах и полуавтоматах. Оно применяется для обработки цилиндрических, конических, фасонных внешних и внутренних поверхностей, торцовых поверхностей, а также для нарезания резьбы и высверливания отверстия по центру заготовки.

Фрезерование (рис. 6.17*б*). При фрезеровании главным движением является вращение инструмента, а движением подачи – поступательное перемещение заготовки или фрезы. Применяя различные фрезы и фрезерные станки, можно обрабатывать различные поверхности и их комбинации: плоские и криволинейные поверхности, уступы, пазы и т.д.

Сверление (рис. 6.17*в*). При обработке отверстий на сверлильных станках главным движением является вращение инструмента, а движением подачи – перемещение инструмента вдоль своей оси. Сверлением получают отверстия в сплошном материале или увеличивают размеры имеющихся отверстий. На сверлильных станках может нарезаться внутренняя резьба.

Строгание (рис. 6.17*г).* Главным движением при строгании является возвратно-поступательное перемещение резца на поперечно-строгальных станках или заготовки на продольно-строгальных. Движением подачи является, соответственно, периодическое перемещение заготовки или резца. Чаще всего строгание используют для обработки крупных плоскостей или плоскостей, требующих высокой точности обработки.

Долбежные станки (рис. 6.17*д*) применяют для обработки плоских внутренних поверхностей в заготовках.

Протягивание (рис. 6.17*е)* осуществляют с помощью специального инструмента – *протяжки,* имеющей на рабочей части зубья, высота которых равномерно увеличивается вдоль протяжки. Главным движением является продольное перемещение инструмента, движение подачи отсутствует. Протягивание – производительный метод обработки, обеспечивающий высокую точность и малую шероховатость обработанной поверхности заготовки.

Прошивание (рис. 6.17*ж)* отверстий производится аналогично протягиванию, только в этом случае инструмент *проталкивается* через отверстие.

Шлифование (рис. 6.17*з*, *и).* При шлифовании главным движением является вращение шлифовального круга. Движение подачи обычно комбинированное и слагается из нескольких движений. Например, при круглом внешнем шлифовании – это вращение заготовки, продольное перемещение ее от

носительно шлифовального круга и периодическое перемещение шлифовального круга относительно заготовки.

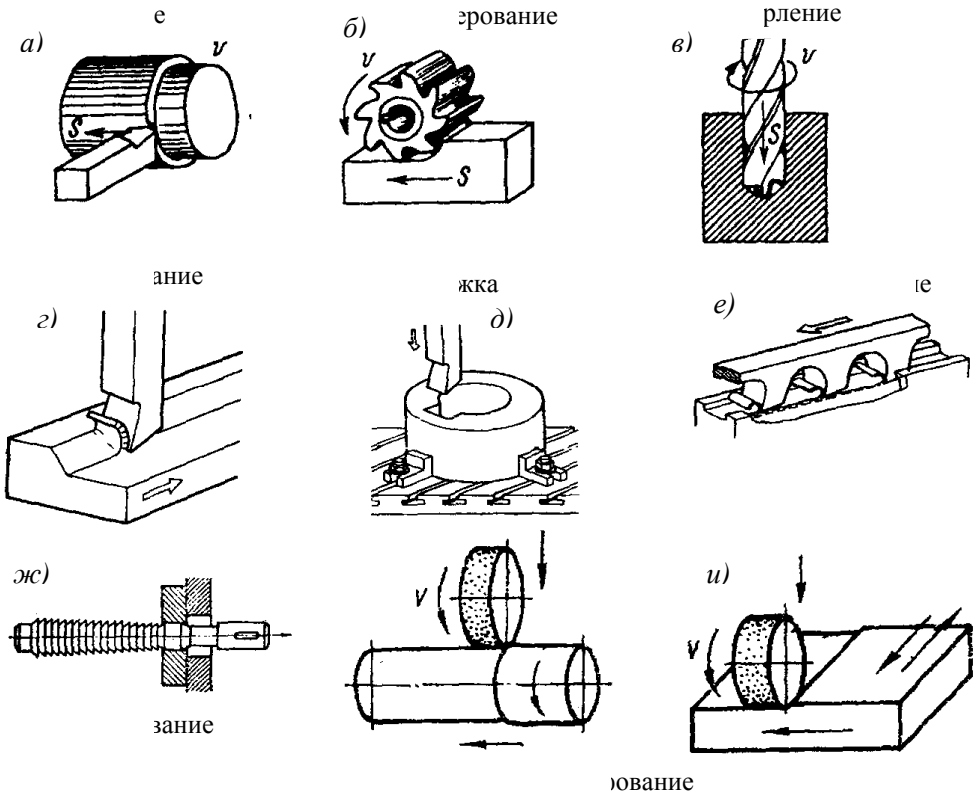


Рис. 6.17. Схемы основных методов обработки заготовок резанием

ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

На станках токарной группы обрабатываются цилиндрические, конические наружные и внутренние поверхности тел вращения, а также плоскости, перпендикулярные к оси вращения. Токарные станки составляют основу станочного парка.

Устройство станка. Все детали и узлы станка смонтированы на станине (рис. 6.18) – массивной чугунной плите с двумя *тумбами.* В левой тумбе установлен главный электродвигатель, в правой расположены насос и резервуар для подачи охлаждающей жидкости. Верхняя часть станины имеет две *направляющие,* по которым прямолинейно перемещаются подвижные узлы – *суппорт* и *задняя бабка.*

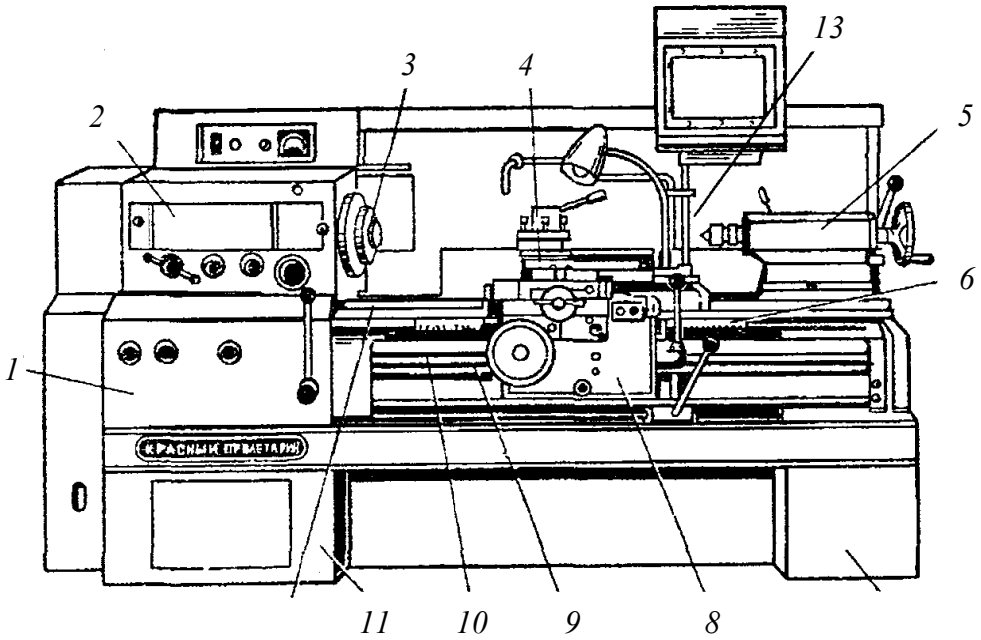


Рис. 6.18. Общий вид токарно-винторезного станка 16К20:
1 – коробка подач; 2 – передняя бабка; 3 – шпиндель; 4 – суппорт; 5 – задняя бабка; 6 – рейка; 7 и 11 – передняя и задняя тумба; 8 – фартук; 9 и 10 – ходовые винт и вал; 12 – направляющие станины; 13 – центр конуса задней бабки

Передняя бабка 2 – чугунная литая конструкция, расположенная на станине слева. Внутри нее установлен главный рабочий орган станка - шпиндель 3, представляющий собой полый вал, который вращает заготовку. На его правом конце крепится технологическая оснастка *(патроны, цанги, планшайбы и центры*[*]) для установки и закрепления обрабатываемой детали. Шпиндель получает вращение от электродвигателя через клиноременную передачу и коробку скоростей (систему зубчатых колес), размещенных внутри передней бабки.

Задняя бабка 5 предназначена для поддержания с помощью центра 13 второго конца заготовки или сверла, закрепленного в патроне задней бабки, при сверлении заготовки по центру.

Коробка подачи 7 служит для настройки станка на нужную величину продольной или поперечной подачи резца и передачи движения от шпинделя

[*] Патрон – приспособление, в котором закрепляется инструмент или заготовка; цанга – приспособление в виде разрезной втулки для зажима цилиндрических или конических предметов (заготовок); планшайба – плоское кольцо или диск, устанавливаемое на шпинделе для закрепления заготовки; центры – стальные конусы, применяемые для закрепления заготовки по центру ее вращения.

к суппорту через ходовой винт – при нарезании резьбы – или ходовой валик – при обработке других поверхностей.

Суппорт 4 служит для закрепления в установленном на нем резцедержателе режущего инструмента и ручного или автоматического его перемещения (подачи) относительно заготовки. Суппорт состоит из продольных салазок, перемещающихся по направляющим вдоль станка, и поперечных салазок, по которым перемещается резцедержатель перпендикулярно относительно заготовки. Фартук 8 – часть станка, где вращательное движение от двигателя преобразуется в поступательное движение суппорта с инструментом с помощью ходового *винта* 9 или *валика* 10.

Заготовка устанавливается одним концом в патрон передней бабки, вторым укрепляется на конусе задней бабки. При вращении заготовки с ее поверхности резцом, установленным в суппорте, снимается слой стружки до заданного размера.

СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Цилиндрические отверстия получают и обрабатывают с помощью различных режущих инструментов на сверлильных, токарных, револьверных, расточных и некоторых других металлорежущих станках. На сверлильных станках выполняют следующие виды работ:

– сверление (рис. 6.19*а*) – самый распространенный способ образования круглых отверстий с помощью различного диаметра и вида сверл;

– рассверливание (рис. 6.19*б*) – процесс увеличения имеющихся отверстий сверлом большего диаметра;

– зенкерование (рис. 6.19*в*) – обработка цилиндрических литых, штампованных или предварительно просверленных отверстий *зенкером* для придания им правильной геометрической формы, требуемой точности размеров и шероховатости поверхности;

– растачивание отверстий резцами (рис. 6.19*г, д)* осуществляют тогда, когда координаты осей отверстий должны быть точно расположены, а их диаметр превышает размеры выпускаемых сверл;

– развертывание (рис. 6.19*е*) – обработка отверстий для получения точных размеров и малой шероховатости поверхности;

– зенкование (рис. 6.19*ж*) – образование цилиндрических или конических углублений в предварительно просверленных отверстиях под головки болтов, винтов или других деталей с помощью цилиндрических и конических зенковок или сверл большего диаметра;

– цекование (рис. 6.19*з*, *и*) – обработка торцовых поверхностей под гайки, шайбы и кольца ножами (пластинами) или торцовыми зенкерами;

– нарезание резьбы в отверстиях метчиками (рис. 6.19*к*).

При работе на сверлильных станках режущий инструмент, вращаясь вокруг своей оси, совершает главное движение, а перемещение его вдоль оси является движением подачи. Сверлильные станки подразделяются на верти-

кально-сверлильные, радиально-сверлильные, многошпиндельные и горизонтально-сверлильные.

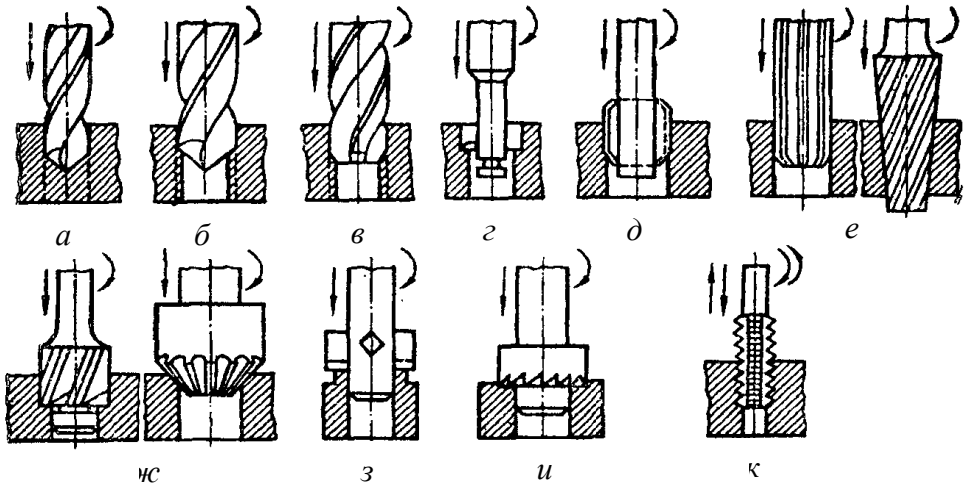


Рис. 6.19. Схемы обработки отверстий

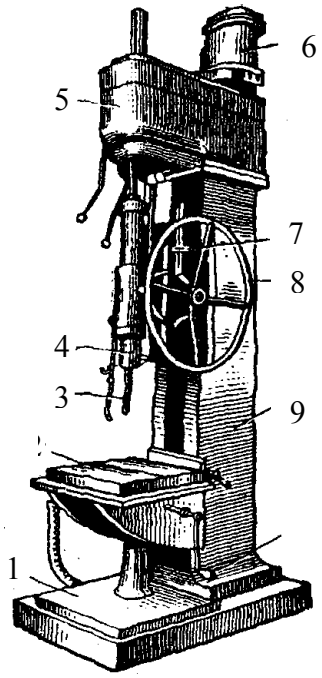


Рис. 6.20. Общий вид вертикально-сверлильного станка

Вертикально-сверлильные станки (рис. 6.20) выпускают различных типоразмеров (по диаметру сверла) и применяют в цехах единичного и серийного производства.

На фундаментной плите 1 крепится станина 9.

Главное (вращательное) движение сверлу 3, закрепленному в нижней части шпинделя 4, передается через коробку скоростей 5 от электродвигателя 6. Движение подачи (вдоль оси) передается сверлу от коробки подач, укрепленной в подвижном кронштейне 7; подача сверла вручную осуществляется при помощи штурвала 8. Заготовка (деталь) крепится на столе 2, который рукояткой 10 можно перемещать вертикально на нужную высоту.

ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

Фрезерные станки предназначены для обработки плоских, призматических и фасонных поверхностей, нарезки пазов, канавок и зубьев.

В зависимости от положения шпинделя они подразделяются на *горизонтальные* и *вертикальные* фрезерные станки, от наличия или отсутствия поворотного стола – на *простые* и *универсальные,* при наличии *консоли* (кронштейна, на котором размещен стол) станки называются консольно-фрезерными.

Универсальный горизонтальный консольно-фрезерный станок (рис. 6.21) предназначен для выполнения разнообразных фрезерных работ по чугуну, стали и цветным металлам твердосплавным и быстрорежущим инструментом в условиях мелко- и крупносерийного производства. Станок состоит из *станины* 1, установленной на *фундаментной плите* 9. На вертикальных направляющих станины расположена *консоль* 8*,* на ней – перемещающийся в трех направлениях (продольном, поперечном и вертикальном) *стол* 6. На станине установлены *электродвигатель* и *коробка скоростей,* обеспечивающие вращение *шпинделя* 4. *В* верхней части станка расположен *хобот* 2 *с серьгой* (выступом) 5. *Оправка,* на которой закрепляется фреза, зажимается одним концом в шпинделе, вторым – в серьге. При фрезеровании фреза вращается и перемещается вдоль заготовки, при этом ее зубья снимают с заготовки слой стружки. Скорость вращения фрезы и ее подача (перемещение вдоль заготовки) регулируются *коробкой скоростей* 3 и *коробкой подачи* 8.

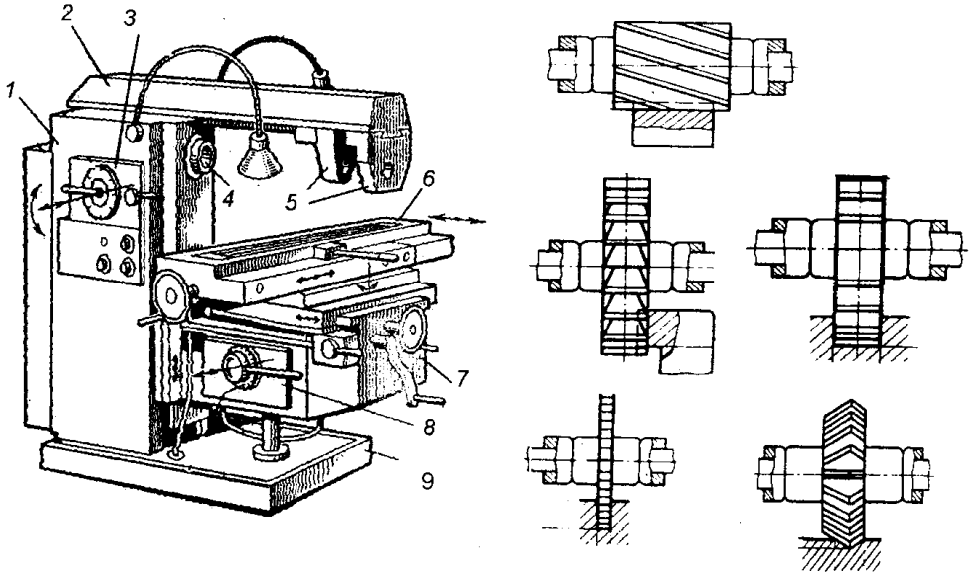


Рис. 6.21. Универсальный консольно-фрезерный станок
и примеры выполняемых на них работ

СТРОГАЛЬНЫЕ, ДОЛБЕЖНЫЕ И ПРОТЯЖНЫЕ СТАНКИ

Строгальные станки предназначены, как и фрезерные, для обработки плоских поверхностей. Станки отличаются невысокой производительностью и используются, в основном, в единичном и мелкосерийном производстве для обработки корпусных деталей, а также в инструментальном производстве при обработке деталей для штампов и пресс-форм. В зависимости от характера обработки станки подразделяются на *поперечно-строгальные* – для обработки деталей до 1 м, *продольно-строгальные* – для строгания заготовок длиной до 12 м и *долбежные.*

Поперечно-строгальный станок (рис. 6.22). На поперечно-строгальном станке обработка производится возвратно-поступательным движением резца, внешне похожего на токарный, вдоль заготовки, установленной на столе. Резец закрепляется в суппорте и совершает возвратно-поступательное движение резания, а стол совместно с деталью – движение подачи.

Заготовку (деталь) закрепляют на столе 1. Ползун 3 вместе с суппортом 2 скользит по направляющим станины 5, совершая возвратно-поступательное движение вдоль заготовки, и обеспечивает снятие стружки резцом 8.

Стол 1 может перемещаться по поперечным направляющим станка 7 вручную или автоматически посредством механизма 6. Для строгания наклонных поверхностей суппорт станка поворачивается под требуемый угол обрабатываемой детали. Электродвигатель 4 обеспечивает работу станка через коробку скоростей, расположенную внутри станины 5.

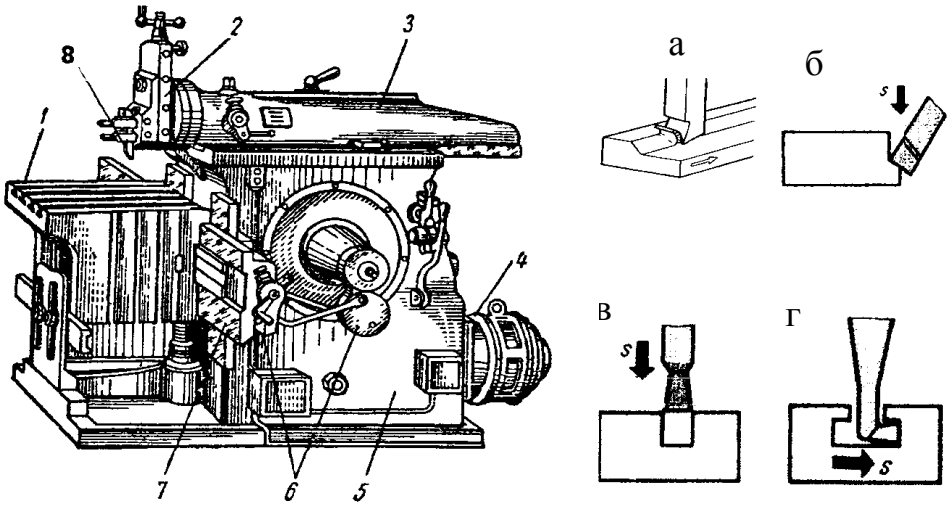


Рис. 6.22. Поперечно-строгальный станок
и примеры выполняемых на нем работ

На рис. 6.22 приведены примеры строгальных работ: строгание горизонтальной плоскости при поперечной подаче стола (а); строгание вертикальной плоскости при вертикальной подаче суппорта (б); строгание пазов и канавок (в, г).

На ***продольно-строгальных станках*** движение резания осуществляется перемещением стола с заготовкой при неподвижном резце.

Долбежные станки (рис. 6.23) применяют для обработки канавок, нарезки пазов и т.д. Принцип действия напоминает работу строгального станка, только здесь закрепленный в *резцедержателе* 3 резец 1 совершает возвратно-поступательные движения вертикально по направляющим *станины* 4. Заготовка устанавливается на *столе* 2. При нарезке плоских отверстий в заготовке предварительно просверливается отверстие, затем резцом нарезаются его грани.

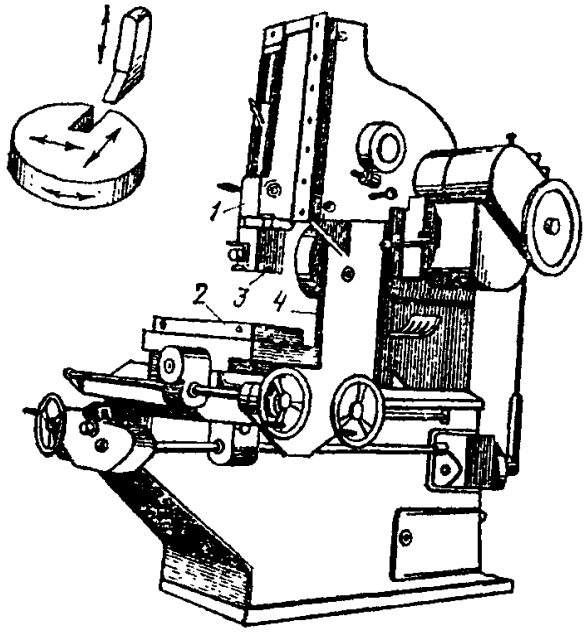


Рис. 6.23. Долбежный станок

Протяжные станки (рис. 6.24) предназначены для обработки плоских поверхностей деталей многолезвийным инструментом – *протяжкой.*

Протяжка представляет собой инструмент, состоящий из последовательно расположенного ряда зубьев, при этом каждый последующий зуб больше предыдущего. Принцип работы станка состоит в том, что инструмент протягивается по обрабатываемой поверхности, при этом каждый зуб одновременно снимает стружку.

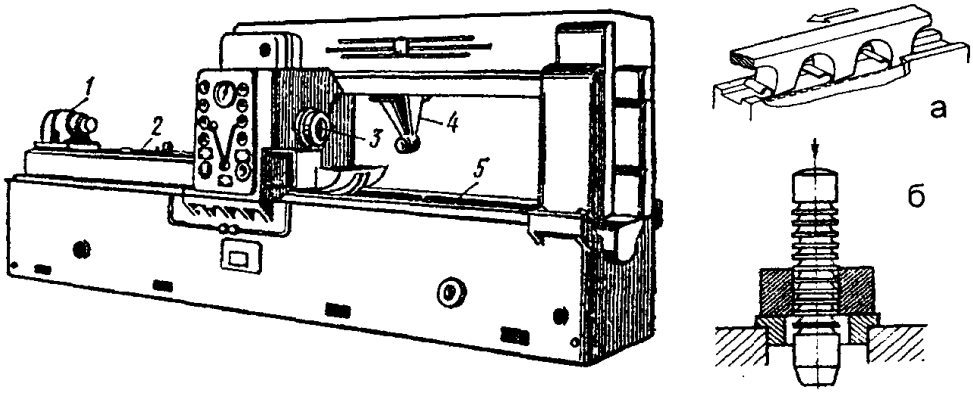


Рис. 6.24. Протяжный станок и инструмент,
используемый при протягивании (а) и прошивке (б)

На рис. 6.24 приведен горизонтально-протяжной станок для внутреннего протягивания. По направляющим станины 5 с помощью гидравлического привода перемещается ползун 2, на конце которого есть приспособление 1 для закрепления протяжки. При работе длинными протяжками второй конец их поддерживается подвижным люнетом 4. Обрабатываемая заготовка устанавливается в приспособлении 3.

Аналогично работает прошивочный станок, только инструмент *(прошивка)* здесь через отверстие проталкивается (рис. 6.24*б*).

Станки отличаются высокой производительностью, применяются в серийном и массовом производстве в связи с высокой стоимостью инструмента.

ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Шлифованием называется процесс обработки заготовок *абразивными* материалами. К абразивным материалам относятся твердые горные породы – алмаз, корунд, гранат, кварц и др. и искусственные горные породы – карборунд, карбид бора и др., применяемые для обработки материалов в виде абразивных (наждачных) кругов, паст или бумаги (ткани) с нанесенным слоем абразива. Шлифование применяют для чистовой и отделочной обработки с высокой (до 0,002 мм) точностью. Применяется шлифование в большинстве случаев для окончательной, чистовой обработки и является основным методом получения высокой точности и требуемой шероховатости.

Шероховатость поверхности – совокупность микронеровностей обработанной поверхности, образующих ее рельеф и рассматриваемых на определенном участке. Она характеризуется среднеарифметическим отклонением профиля (5 наибольших выступов и 5 впадин) от среднего значения и макси-

мальной высотой неровностей на установленной (базовой) длине сечения поверхности (ГОСТ 2789-73).

Шлифование производится на *шлифовальных станках*. ***Классификация шлифовальных станков.*** По виду выполняемых работ шлифовальные станки подразделяются на следующие типы (рис. 6.25):

– круглошлифовальные – для обработки наружных поверхностей вращения (рис. 6.25*а*, *б*);

– внутришлифовальные – для обработки внутренних поверхностей вращения (рис. 6.25*в*);

– плоскошлифовальные – для обработки плоскостей (рис. 6.25*г*, *д*);

– специальные (шлицешлифовальные, зубошлифовальные, резьбошлифовальные и т.д.);

– заточные – для заточки режущего инструмента.

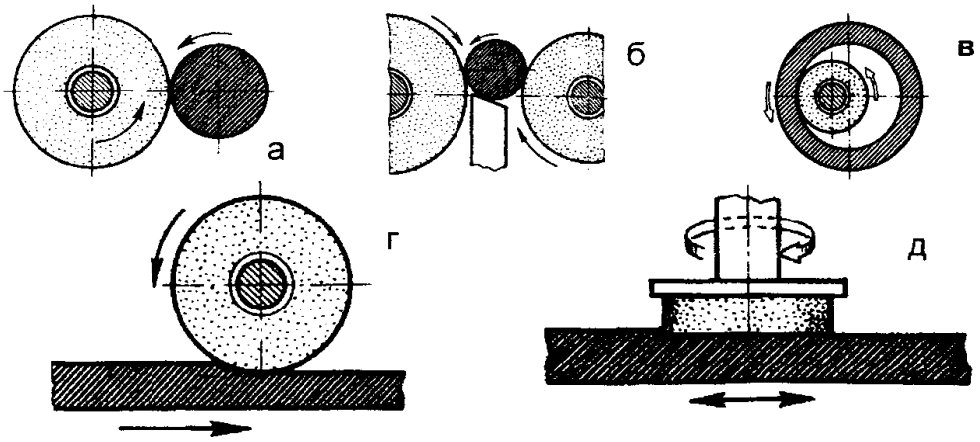


Рис. 6.25. Основные виды шлифовальных работ

Наиболее распространенными являются *круглошлифовальные* и *плоскошлифовальные* станки.

Круглошлифовальный станок (рис. 6.26*а)* предназначен для шлифования наружных цилиндрических и конических поверхностей. Он имеет *станину* 4, на которой размещены все основные узлы и детали. Внутри станины находится привод, сообщающий возвратно-поступательное движение продольной подачи столу. На столе размещены *передняя бабка* 1 и *задняя бабка* 3. В *шлифовальной бабке* 2 установлен на шпинделе шлифовальный круг, который приводится во вращение от отдельного электродвигателя. При вращении заготовки вращающийся шлифовальный круг снимает с нее стружку, а заготовка совершает возвратно-поступательные движения вдоль станка.

Плоскошлифовальные станки. Станки для плоского шлифования подразделяются на шлифующие круглой боковой и плоской торцевой поверхностями шлифовального круга (рис. 6.25*г* и *д*). Наибольшее распространение получили плоскошлифовальные станки с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем для шлифования заготовок боковой поверхностью круга (рис. 6.26*б*).

На столе станка укреплена *электромагнитная плита* 4, служащая для установки и закрепления заготовки. Стол совершает возвратно-поступательное движение по направляющим *станины* 3. По вертикальным направляющим *стойки* 1 перемещается шлифовальная *бабка* 2 для установки шлифующего круга на глубину шлифования. Перекрытие шлифуемой заготовки по ширине автоматически достигается при поперечном осевом движении круга.

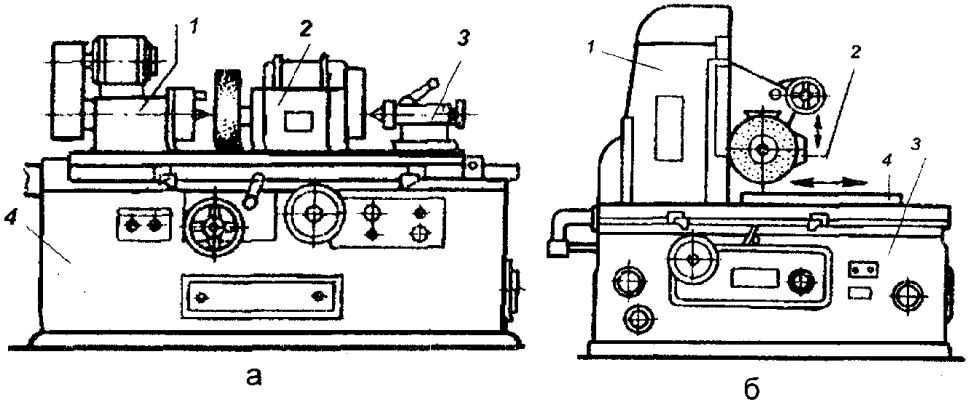


Рис. 6.26. Круглошлифовальный (а)
и плоскошлифовальный (б) станки

ОТДЕЛОЧНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

Отделочными и доводочными методами обработки достигается получение гладких зеркальных поверхностей с высокой точностью размеров. Основными видами отделочных работ являются *хонингование, суперфиниш, притирка и полировка.*

Хонингованием (рис. 6.27*а*) называют метод обработки с помощью мелкозернистых абразивных брусков 2, которые вставлены в специальное приспособление – *хонинговальную головку* 1, совершают вместе с ней вращательное главное движение и поступательное перемещение вдоль заготовки 3. Применяется при обработке точных отверстий, например, в блоках цилиндров внутреннего сгорания.

Суперфиниш (рис. 6.27*б*) в основном применяют для наружной обработки поверхностей. Бруски, закрепленные в головке над заготовкой, совершают продольное поступательно-возвратное движение $\Delta S_{пр}$, а заготовка вращается со скоростью $V_з$ и движется возвратно-поступательно ($S_{пр}$).

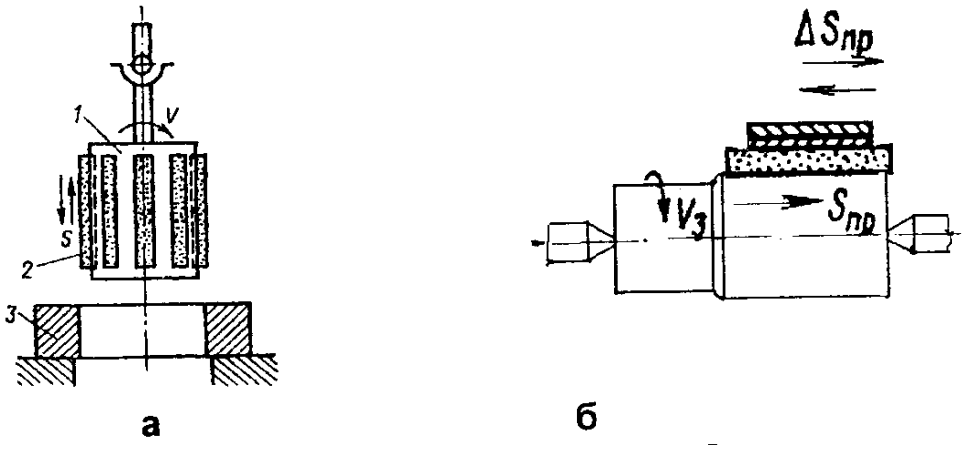


Рис. 6.27. Схемы тонкой обработки поверхностей

Притирка – метод чистовой обработки, обеспечивающий получение точных размеров (до 1 мкм) и малой шероховатости поверхности. Притирка производится абразивными пастами или порошками, смешанными со смазкой и нанесенными на поверхность *притира*. Наиболее часто для этой цели используется так называемая паста ГОИ (разработана Государственным оптическим институтом). В процессе притирки совершается перемещение притира и детали. Притирка выполняется на универсальных и специальных притирочных станках, а также вручную. В качестве притиров используют вращающиеся диски, плиты, бруски и т.д.

Полировальные работы. Окончательная обработка поверхности достигается полированием быстро вращающимся эластичным кругом, покрытым войлоком, тканью и т.д., с нанесением на него полировальной пасты – абразивного порошка, смешанного с воском, салом, парафином и др. материалами. Наибольшее распространение получила приготовленная на основе указанных материалов паста ГОИ. Полирование поверхности в обязательном порядке производится при ее последующей гальванической обработке – при покрытии никелем или хромом.

6.2.6. СВАРКА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сваркой называется технологический процесс получения неразъемных соединений заготовок путем их местного расплавления или совместного де формирования (сжатия), в результате чего возникают прочные связи между атомами (молекулами) соединяемых деталей. В первом случае свариваемые кромки деталей расплавляют, металл перемешивается, при последующем охлаждении происходит кристаллизация атомов металлов и образуется сварной шов. Во втором случае сварку осуществляют сдавливанием свариваемых поверхностей, при котором сварное соединение образуется за счет взаимного проникновения (диффузии) атомов одного материала в другой. Осуществление холодной сварки затрудняется необходимостью получения высоких удельных давлений, сложностью обеспечения плотного контакта по всей свариваемой поверхности, наличием на поверхности загрязнений, поэтому сварку давлением часто осуществляют также с предварительным подогревом, повышающим пластичность материала.

Свариваются между собой однородные и разнородные металлы (например, сталь с медью, медь с алюминием), металлы с неметаллами (керамикой, стеклом, керметами и др.) и пластмассы.

Все методы сварки можно классифицировать по физическим признакам, способу образования сварного соединения, виду используемой энергии, степени автоматизации. ГОСТ 19521-74 определяет три класса сварки: термический, механический и термомеханический.

К *термическому классу* относятся виды сварки плавлением, при которых металл кромок свариваемых частей расплавляется, образуя сварочную ванну, и затем затвердевает, образуя сварной шов. Тепловая энергия, необходимая для этого, получается за счет преобразования электрической или химической энергии. К этому классу относятся: дуговая, электрошлаковая, плазменная, электронно-лучевая, лазерная, газовая, термитная и др. виды сварки.

К *механическому классу* относятся те виды сварки, при которых определяющим фактором является пластическое деформирование, возникающее под влиянием давления в поверхностных слоях соединяемых частей. В результате сдавливания в зонах контакта дробятся и вытесняются адсорбированные включения кислорода, азота, паров воды, загрязнений, происходит смятие выступов и заполнение впадин от шероховатости поверхностей, сближение атомов до размеров атомных радиусов и образование, благодаря этому, сварного соединения. К механическому классу относятся: холодная, ультразвуковая сварка, сварка взрывом, трением и др.

К *термомеханическому классу* относятся те виды сварки, при которых для образования сварного соединения используют тепловую энергию и внешнее давление. К этому классу относятся: контактная, газопрессовая, диффузионная и другие виды сварки.

Основными видами сварных соединений (рис. 6.28), применяемых при изготовлении различных конструкций, являются: а) стыковые, б) внахлестку, в) угловые, г) тавровые.

Сварочные соединения широко применяются в промышленности, выбор вида сварки определяется видом применяемых материалов, требованиями к последующей эксплуатации изделия и др. факторами. По виду энергии, используемой для нагрева материала, все методы сварки можно разделить на шесть групп: 1) электрическая, 2) химическая, 3) механическая, 4) лучевая, 5) электромеханическая, 6) химико-механическая.

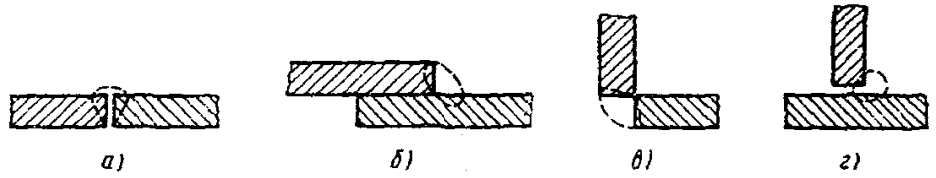


Рис. 6.28. Виды сварных соединений

Развитие сварки привело к появлению новых видов и расширению возможностей и области ее применения. Новые виды сварки, вследствие высокой концентрации энергии и малой длительности процесса *(сварка электронным лучом, взрывом, лазерная, ультразвуковая, холодная сварка),* характеризуются отсутствием реакций образования оксидов и других соединений от взаимодействия свариваемых металлов с газами, флюсами, что обеспечивает прочность сварки и возможность соединения материалов, которые не свариваются традиционными способами.

Наиболее широкое применение в промышленности получили электросварка (электродуговая, плазменная, электрошлаковая), электромеханическая (контактная, диффузная) и газовая сварка.

ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА

Электрическая дуговая сварка впервые была применена в России. В 1882 г. русский изобретатель Н.Н. Бенардос впервые использовал электрическую дугу для сварки металлов *угольным электродом,* а в 1888 г. Н.Г. Славянов предложил способ дуговой сварки *металлическим электродом.* В зависимости от способа включения в сварочную цепь основного и присадочного металла и характера воздействия на них сварочной дуги различают следующие основные виды дуговой сварки: неплавящимся угольным электродом, или способ Бенардоса; плавящимся металлическим электродом, или способ Славянова, и плавящимися металлическими электродами с использованием трехфазной дуги.

По способу Бенардоса сварку производят графитовым электродом 3 (рис. 6.29а) с присадочным металлом 2 или без него. Присадочный металл в цепь не включен и плавится от электрической дуги между электродом и деталью. Расплавленный металл заливает свариваемую поверхность и образует шов. Этот способ применяется редко.

По способу Славянова применяется металлический электрод в виде проволоки 2 (рис. 6.29*б*). Между металлическим электродом и свариваемым металлом возбуждается дуга, она плавит оба металла, расплавленный металл перемешивается и заполняет образовавшуюся при плавке ванночку. При ручной сварке пользуются электродами, покрытыми специальным составом – *обмазкой.* Обмазка обеспечивают устойчивость горения дуги, защиту и легирование металла, защищает металл от окисления и насыщения азотом.

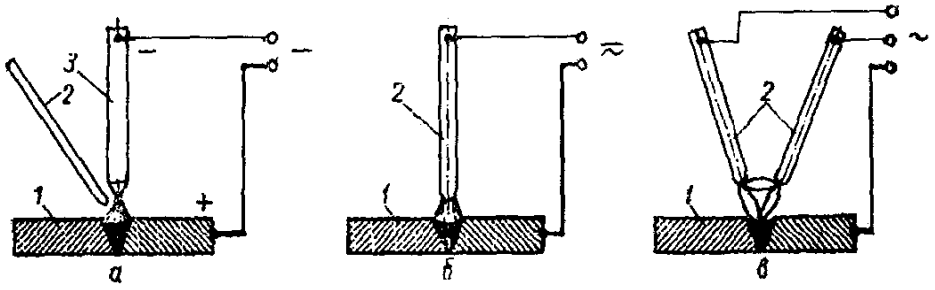


Рис. 6.29. Схемы основных видов дуговой сварки

При сварке трехфазной дугой (рис. 6.29*в*) к разным фазам трехфазного тока в сварочную цепь включены два изолированных один от другого электрода 2 и свариваемое изделие 1. Дуга возбуждается между каждым электродом и изделием и между электродами, т.е. возникают три дуги. По производительности сварка трехфазной дугой в два-три раза выше однофазной.

Электродуговая сварка возможна на постоянном и переменном токе (рис. 6.29*в*). На постоянном токе дуга более устойчива, но выше расход электроэнергии.

В качестве источника энергии при сварке постоянным током используется *генератор и выпрямители,* при сварке переменным током - сварочные *трансформаторы* напряжением 20-30 вольт.

Сварка в защитных газах. Сущность способа сварки в защитных газах состоит в том, что для защиты расплавленного металла от вредного действии кислорода и азота воздуха в зону дуги, горящей между электродом и свариваемым изделием, непрерывно подается струя защитного газа, оттесняющего воздух от места сварки, или сварка происходит в герметичной камере, заполненной защитным газом. В качестве защитных газов используют инертные газы – *аргон* или *гелий,* которые не взаимодействуют с расплавленным

металлом, и активные газы (углекислый газ, водород, азот, пары воды), а также их смеси (аргон с кислородом, аргон с азотом и др.), взаимодействующие в некоторой степени с расплавленным металлом. Наибольшее применение получили аргон и углекислый газ.

Аргонодуговую сварку применяют при сварке нержавеющих и жаропрочных сталей, никеля, титана, алюминия, магния и др. цветных металлов и сплавов.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КОНТАКТНАЯ СВАРКА

Электрическая контактная сварка находит широкое применение в машиностроении и в приборостроении. Она основана на том, что при прохождении тока через соединяемые поверхности, он встречает максимальное сопротивление в месте их соединения. Здесь происходит разогрев металла до пластического состояния и оплавление. В точке разогрева поверхности металлов сжимаются, и происходит диффузия металлов. Основными способами контактной сварки являются стыковая, шовная и точечная (рис. 6.30).

При *стыковой* сварке (рис. 6.30*а*) свариваемые детали 1-2 (стержни, полосы, рельсы, трубы) закрепляют в медных зажимах машины. Зажим 3 установлен на подвижной плите, перемещающейся по направляющим станины, а зажим 5 укреплен на неподвижной плите. Вторичная понижающая обмотка трансформатора 4 соединена с плитами медными гибкими шинами.

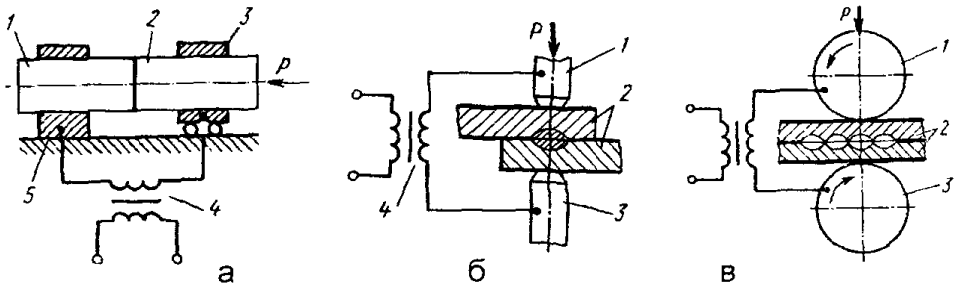


Рис. 6.30. Основные схемы контактной сварки:
а) стыковая; б) точечная; в) шовная.

Стыковую сварку разделяют на сварку сопротивлением и сварку оплавлением.

При *сварке сопротивлением* заготовки соединяются, и включается электрический ток. В зоне контакта электрический ток встречает наибольшее сопротивление и выделяется наибольшее количество теплоты, торцы заготовок нагреваются, и в зоне нагрева металл переходит в пластическое состояние. После этого ток отключают, заготовки сжимают, происходит диффузия металлов, и в результате получается сварное соединение. Сварку сопротивле-

нием применяют для неответственных конструкций небольшого сечения (диаметром до 20-25 мм), изготовляемых из низкоуглеродистых сталей.

При *сварке оплавлением* заготовки сближают при включенном трансформаторе. По мере их сближения обеспечивается контакт по всему поперечному сечению, и поверхности стыка, за счет выделения теплоты при прохождении тока, равномерно оплавляются. После этого заготовки сжимаются, и образуется сварной шов по всей плоскости. Стыковую сварку оплавлением применяют при соединении железнодорожных рельсов, газо- и нефтепроводов.

Точечную сварку применяют для соединения заготовок, свариваемых внахлестку в отдельных точках. Свариваемые заготовки 2 (рис. 6.30*б*) для обеспечения их контакта зажимаются силой между двумя стержневыми медными электродами 1 и 3, к которым подводится электрический ток от вторичной обмотки трансформатора 4. Между электродами, в месте контакта заготовок, имеющем наиболее высокое сопротивление, поднимается температура, металл переходит в пластичное или расплавленное состояние и образуется сварная точка. Массивные медные электроды практически не нагреваются, так как сопротивление меди невысокое.

В качестве источника электрической энергии обычно используется однофазный трансформатор переменного тока. Синхронизация работы механизмов сжатия и источника электрического тока обеспечивается электронными программными устройствами, задающими цикл работы машины. Точечную сварку применяют для соединения заготовок из углеродистых и легированных конструкционных сталей, алюминиевых, медных, титановых сплавов.

При *шовной* или *роликовой* сварке свариваемые заготовки 2 (рис. 6.30*в*), соединяемые внахлестку, зажимают постоянной силой между двумя медными электродами 1, 3, выполненными в виде вращающихся роликов. Роликовая сварка аналогична точечной, но она предназначена для получения непрерывного сварного шва. Шовную сварку применяют для получения герметичных соединений емкостей, баков, сосудов высокого давления и т.д. Толщина свариваемых заготовок может быть от 0,001 до 3 мм.

ГАЗОВАЯ СВАРКА

При газовой сварке (рис. 6.31) в качестве источника теплоты используют газовое пламя, образующееся при сгорании горючего газа в атмосфере кислорода.

Применяют различные горючие газы – ацетилен, водород, природные газы, пропан, бутан, пары бензина. Самую высокую температуру пламени (3200 °С) обеспечивает ацетилен, поэтому ацетиленокислородное пламя нашло наибольшее применение.

Питание газовой горелки ацетиленом и кислородом осуществляется преимущественно от баллонов – ацетиленового (белого цвета) и кислородного (голубого цвета).

Для получения пламени ацетилен и кислород подают из баллонов, снабженных газовыми регуляторами давления, в горелку. Применяют главным образом горелки *инжекторного* типа (рис. 6.31*б*). Принцип работы такой горелки основан на подсосе ацетилена струей кислорода. Суть его заключается в следующем.

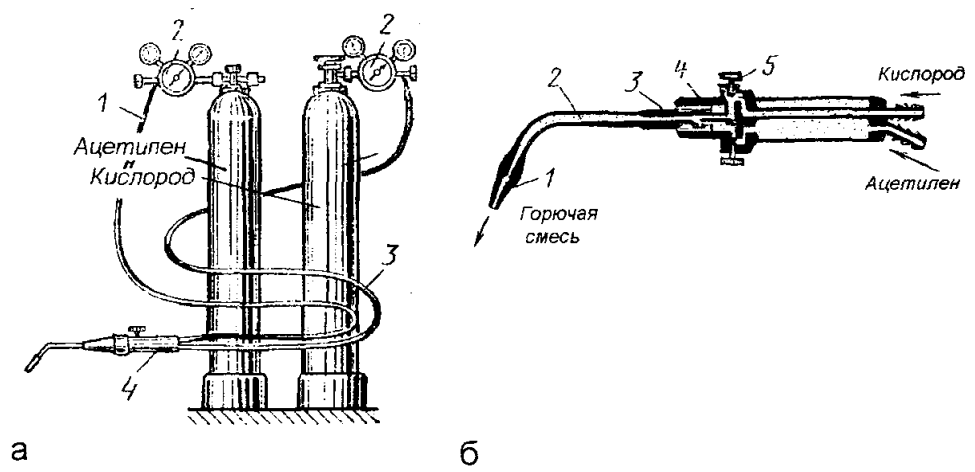


Рис. 6.31. Газосварочное оборудование:
а) схема питания от баллонов: 1 – шланг подачи ацетилена; 2 – регулятор давления газа; 3 – шланг подачи кислорода; 4 – сварочная горелка;
б) схема инжекторной горелки: 1 – мундштук; 2 – ствол горелки; 3 – смесительная камера; 4 – инжектор, 5 – вентиль

Кислород, подаваемый под давлением 0,1-0,4 МПа, выходит из *инжектора* 4 с большой скоростью и создает разрежение в смесительной камере 3. За счет этого в нее подсасывается ацетилен. Здесь он смешивается с кислородом, и образующаяся горючая смесь поступает по трубке наконечника к выходному отверстию мундштука. Сгорание смеси происходит в сварочном пламени на выходе из мундштука. Тепловую мощность пламени регулируют сменными наконечниками горелки с разным расходом газа.

СВАРКА ЛАЗЕРНЫМ ЛУЧОМ

При сварке лазерным лучом источником тепловой энергии служит сконцентрированный световой луч, получаемый в специальных установках, называемых лазерами. В настоящее время основное применение имеют рубиновые лазеры с искусственным рубином.

Такой лазер состоит из цилиндрического рубинового стержня 1 (рис. 6.32), ксеноновой лампы 2, охлаждающей системы 3 и линзы 4. Торцы стержня отполированы и посеребрены. Торец, служащий для выхода наружу светового луча, частично прозрачен. При вспышке ксеноновой лампы, питаемой разрядным током конденсаторов, атомы хрома рубинового кристалла переходят из нормального состояния в 302аяя302жденное. Однако через несколько миллисекунд они снова возвращаются в исходное состояние, излучая фотоны монохроматического красного света. Их поток вдоль оси стержня вызывает излучение новых фотонов, которые попеременно отражаются от зеркальных торцовых граней, увеличивая этим интенсивность общего излучения, поток

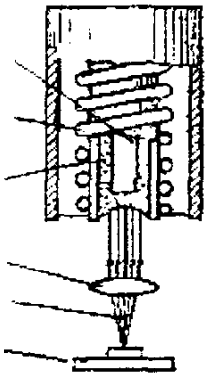


Рис. 6.32. Схема сварки световым лазерным лучом:
1 – рубиновый стержень; 2 – ксеноновая лампа; 3 – охлаждающая система; 4 – линза; 5 – луч; 6 – заготовка.

вдоль оси стержня вызывает излучение новых фотонов, которые попеременно отражаются от зеркальных торцовых граней, увеличи302аяя этим интенсивность общего излучения.

При накоплении определенного уровня фотонов они в виде потока красного света прорываются через полупрозрачный торец стержня наружу. Пройдя через линзу 4, сфокусированный пучок *5* попадает на заготовку 6. Продолжительность импульса излучения лазерного луча равна тысячным и миллионным долям секунды. Точечной сваркой лазерного луча можно сваривать различные металлы толщиной до 0,5 мм Его применяют также для получения отверстий в твердых сплавах, тугоплавких металлах, алмазах, рубинах и др. материалах.

ПЛАЗМЕННО-ДУГОВАЯ СВАРКА

Электронной плазмой называют ионизированный газ, состоящий из нейтральных атомов и молекул, ионов и электронов. Для получения плазменного пламени через электрическую дугу (рис. 6.33), горящую между анодом (+) и катодом (-), пропускают поток газа. Сжатый в сопле 3 газ, под воздействием электрической дуги, ионизируется и превращается в плазму, температура которой составляет 20 000-30 000 °С. Различают плазменную дугу прямого и косвенного действия. Дуга прямого действия (рис. 6.33*а)* горит между вольфрамовым электродом 1 (катод) и изделием 5 (анод). Температура такой дуги достигает 20 000-30 000 °С.

Дуга косвенного действия (рис. 6.33*б*) горит между вольфрамовым электродом 1 и медным соплом 3. Температура пламени горелки 4 достигает 15 000 °С и выше. Ток к вольфрамовому электроду подводят через мундштук 2, а к корпусу горелки – вблизи сопла. В качестве плазмообразующего газа для сварки используют главным образом аргон.

Плазменной дугой сваривают углеродистые и легированные стали, тугоплавкие и цветные металлы, а также неметаллические материалы толщиной от нескольких десятков микрометров и выше. Швы, полученные плазменной сваркой, отличаются малой зоной термического влияния.

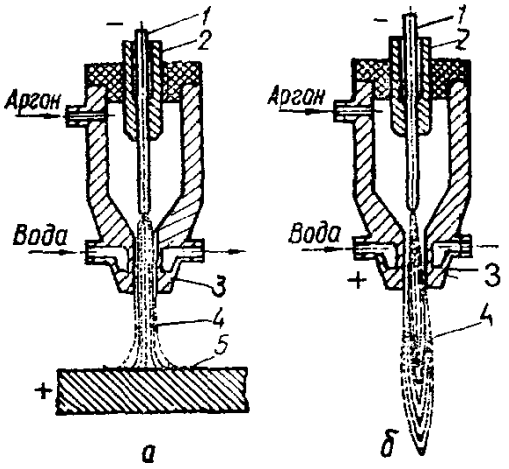


Рис. 6.33. Схемы горелок для плазменной наплавки: 1 – электрод; 2 – мундштук для подводки тока; 3 – сопло; 4*а* – электрическая дуга; 4*б* – пламя горелки; 5 – заготовка

ПРОЧИЕ ВИДЫ СВАРКИ

Кроме рассмотренных, широко применяемых в различных отраслях промышленности и строительстве видов сварки, используют различные специальные виды сварки, например, сварку труб осуществляют токами высокой частоты, сварку рельсов – газопрессованной сваркой, сварку стержней – трением, для тонкой сварки вольфрама и молибдена применяют сварку электронным лучом и т.д. В электронике широко применяется лазерная сварка. Всего насчитывается около 50 различных видов сварки. В основе любого вида сварки заложен принцип смешивания металлов на молекулярном уровне, поэтому сварочный шов отличается высокой прочностью.

6.2.7. ПАЙКА

Пайка – процесс соединения заготовок в твердом состоянии, благодаря металлической связи, осуществляемой с помощью припоя – сплава, имеющего температуру плавления ниже температуры плавления основного металла. Неразъемное соединение образуется в результате расплавления припоя, сма-

чивания им основного материала, взаимной диффузии с основным металлом и застывания. Пайка не вызывает коробления и окисления поверхностей соединяемых заготовок. Для взаимной диффузии необходимо, чтобы спаиваемые поверхности были очищены от оксидов и загрязнений, а жидкий припой и основной металл – защищены от окисления. С этой целью при пайке используются различные флюсы, предохраняющие металлы и сплавы от окисления при повышении их температуры при пайке.

Процесс пайки заключается в нагреве паяемых заготовок и в расплавлении припоя. Для получения соединения высокого качества температура нагрева заготовок в зоне шва должна быть на 50-100 °С выше температуры плавления припоя. Нагрев заготовок и расплавление припоя, в зависимости от его вида, производят медными паяльниками, газовыми горелками, электрическим током в печах, индукционным током, а также в печах-ваннах с расплавами солей.

Все применяемые припои стандартизованы, имеют определенный химический состав, марку и назначение. В зависимости от температуры плавления припои подразделяют (ГОСТ 19248-73) на особо легкоплавкие (< 145 °С), легкоплавкие (145...450 °С), среднеплавкие (450...1100 °С), высокоплавкие (1100...1850 °С), тугоплавкие (> 1850 °С). Припои, температура плавления которых ниже 450°С, обеспечивают получение паяных соединений с небольшими пределами прочности, например, при пайке медных проводов. К низкотемпературным припоям относятся сплавы олова, свинца, висмута и кадмия. Припои, температура плавления которых выше 450 °С, позволяют получить соединения с более высокой прочностью, не уступающие сварным. К таким припоям относятся медные, медно-цинковые, серебряные и др. Особое применение находят серебряные припои, обозначаемые маркой ПСр. и числом, показывающим процентное содержание серебра в припое (например, ПСр.28 содержит 28 % серебра). Такие припои используют при пайке медных труб, находящихся в вибрации, например, при пайке труб в холодильниках.

Большое влияние на качество пайки оказывают флюсы. Их выбирают в зависимости от вида припоя и материала заготовок. Например, при пайке медных проводов в качестве флюса используется канифоль.

После окончания пайки необходимо удалять остатки флюсов, особенно таких, которые вызывают коррозию. Флюсы удаляют промывкой в горячей или холодной воде, в 5%-м растворе кальцинированной соды, ультразвуковыми и другими методами. Пайку применяют для сборки изделий и сборочных единиц, в радиотехнике, радиоэлектронике – для пайки проводов, изготовления печатных плат и т.д.

Паять можно заготовки из углеродистой и легированной стали всех марок, твердых сплавов, чугунов, редких металлов и их сплавов. Преимуществами пайки являются: чистота соединения, отсутствие оплавления металла, сохранение формы и размеров изделия, дешевизна и небольшая трудоемкость, недостаток – малая прочность при внешней нагрузке.

6.3. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И МЕТАЛЛООБРАБОТКИ В РОССИИ

В промышленно развитых странах, где кризисы и спады производства повторяются периодически, изменения текущей конъюнктуры меньше всего затрагивают выпуск новейшей высокотехнологичной продукции, что создает определенные импульсы для выхода из кризисных ситуаций. Машиностроению России в последнее время присуща диаметрально противоположная тенденция - опережающее снижение производства наиболее прогрессивной техники. В результате можно полностью утратить накопленный за предшествующие годы технологический потенциал, имеющий принципиальное значение для дальнейшего функционирования экономики.

Уменьшение спроса в отраслях-потребителях вынудило машиностроение приспосабливаться к условиям использования его продукции, увеличивая выпуск универсальной техники и внедряя примитивные технологии. Это ведет к прекращению выпуска наукоемкой продукции, дальнейшему свертыванию машиностроительного производства и, в конечном счете, к затуханию инвестиционного процесса и ликвидации базовых отраслей экономики (кроме сырьевых, обладающих экспортным потенциалом).

Состояние машиностроения усугубляется высоким уровнем концентрации и монополизмом производства. Около 2/3 предприятий выпускают свыше 75 % продукции определенного вида, т.е. фактически являются ее монопольными производителями.

Основной причиной создавшегося положения является резкое падение инвестиционной активности и снижение спроса на машины и оборудование. В силу рассмотренных неблагоприятных факторов удельный вес наукоемких отраслей снизился, тогда как доля автомобильной промышленности стабилизировалась. Условиями этой стабилизации является сдерживание тарифов на энергоносители, продукцию металлургического и химического комплексов, железнодорожные перевозки; пролонгация протекционистских таможенных мер.

В станкоинструментальной промышленности России на сегодняшний день производство все более и более ориентируется на платежеспособный спрос. Хозяйствующие субъекты отдают предпочтение более дешевому и простому оборудованию, что влечет за собой потерю заказов, болезненную для станкостроения. Спад производства наукоемких видов оборудования идет здесь опережающими темпами. Положение усугубляется оттоком высококвалифицированных кадров, в том числе из научных и конструкторско-технологических организаций. По сути, возникла угроза утраты Россией собственного станкостроения. Массовой практикой стало освоение в целях выживания непрофильной для станкостроения продукции. Слабое частное и иностранное инвестирование, малоактивный спрос негосударственного сектора на технологическое оборудование делает необходимой осуществление

государственной поддержки предприятий данной отрасли, особенно при производстве обрабатывающих центров.

Определенная тенденция к стабилизации уже наметилась в электротехнической промышленности и приборостроении. В целях расширения рынков сбыта и поиска новых потребителей электротехнические и приборостроительные заводы приступили к освоению и производству продукции, пользующейся спросом, в том числе ранее изготавливавшейся в странах СНГ. Этому также способствовала протекционистская таможенная политика государства, при которой потребителю выгодно закупать эту продукцию у российских предприятий.

За последние четыре года в результате неплатежеспособности сельских товаропроизводителей производство сельскохозяйственной техники резко сократилось. В самих хозяйствах заметно сокращается парк сельскохозяйственной техники. В условиях снижения спроса на сельскохозяйственную технику сейчас предполагается проведение мероприятий по ускорению процесса адаптации предприятий к рынку (структурная перестройка производства, расширение рынка сбыта техники на экспорт, создание на предприятиях торговых домов, проведение ярмарок-выставок). Особенно перспективной формой нормализации сбыта представляется уже практикуемое обеспечение агропромышленного комплекса машиностроительной продукцией на основе долгосрочной аренды – лизинга.

Наметилась тенденция к стабилизации объемов производства по некоторым видам продукции тяжелого машиностроения, по другим – увеличение выпуска. Это относится к производству оборудования для черной металлургии и горнодобывающей промышленности: машины для непрерывного литья заготовок и агломерационного производства.

Предприятия стали более активно вести работу по поиску платежеспособных заказчиков из-за конкуренции со стороны иностранных поставщиков аналогичного оборудования.

Ситуация в энергетическом машиностроении стабилизировалась из-за некоторого увеличения выпуска паровых турбин, обусловленного экспортными поставками оборудования, в основном в Китай, Иран и страны Восточной Европы. Также стабилизировалось производство дизелей и дизель-генераторов, при этом наметилась тенденция к освоению производства дизелей по лицензиям зарубежных фирм, что дает возможность заводам данной подотрасли вступить в конкурентную борьбу на мировом рынке.

Тяжелая на сегодняшний день ситуация сложилась в оборонном комплексе, где численность производственного персонала сокращается даже быстрее, чем в целом по машиностроению. Наиболее заметно упала занятость в электронной промышленности и в производстве специальных средств связи. Все это обуславливает отток высококвалифицированных специалистов из исследовательских организаций и конструкторских бюро, в том числе за границу. Особенно тяжелое положение сложилось в тех регионах, где предприятия военно-промышленного комплекса (ВПК) играют роль градообразующих предприятий (Урал, Удмуртия, некоторые области Центрального эконо-

мического района). Однако в настоящее время государство плотно занимается проблемами ВПК, одно из направлений – направить на закупку новой военной техники до 2020 г. 20 трлн рублей.

Контрольные вопросы

1. *Дайте определение машиностроительного комплекса РФ.*
2. *Какова структура машиностроительного комплекса РФ?*
3. *Назовите пять крупнейших машиностроительных холдингов в РФ.*
4. *Что такое металлообработка?*
5. *Перечислите основные виды обработки металлов, которые составляют технологическую основу машиностроительного производства.*
6. *Изложите основные этапы технологии литья в песчано-глинистые формы.*
7. *Изложите основные этапы технологии непрерывной разливки стали.*
8. *Что такое прокатное производство, виды прокатки?*
9. *Кратко изложите технологию производства труб.*
10. *Что такое прессование и его технологическая суть?*
11. *Что такое волочение и его технологическая суть?*
12. *Перечислите виды кузнечно-штампового производства.*
13. *Что такое ковка и ее технологическая суть?*
14. *Что такое горячая объемная штамповка и ее технологическая суть?*
15. *Что такое листовая холодная штамповка и ее технологическая суть?*
16. *Что такое обработка металлов резанием и ее виды?*
17. *Токарные станки и их общее устройство.*
18. *Сверлильные станки и их общее устройство.*
19. *Фрезерные станки и их общее устройство.*
20. *Строгальные, долбежные, протяжные станки и их общее устройство.*
21. *Что такое обработка заготовок на шлифовальных станках, основные виды шлифования?*
22. *Круглошлифовальные, плоскошлифовальные станки и их общее устройство.*
23. *Перечислите основные виды отделочных методов обработки и их характеристика.*
24. *Какой технологический процесс называется сваркой?*
25. *По каким признакам можно классифицировать все методы сварки?*
26. *Что такое электродуговая сварка и ее технологическая суть?*
27. *Что такое газовая сварка и ее технологическая суть?*
28. *Что такое пайка и ее технологическая суть?*
29. *Проблемы и перспективы развития машиностроительного комплекса России.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багров Н.М., Трофимов Г.А., Андреев В.В. Основы отраслевых технологий: учебное пособие. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2006. 251 с.
2. Вайнштейн А.П. Народное богатство и народнохозяйственное накопление в предреволюционной России. М.: 1969. 446 с.
3. Голубев Ю.Н. Закономерности формирования цивилизованного предпринимательства. В монографии: Предпринимательство: истоки, проблемы, перспективы / под. ред. А.И. Муравьева. Изд-во СПбУЭФ, 1994. С. 7-25.
4. Голубев Ю.Н., Кабаков В.С. Организационно-экономические проблемы повышения эффективности использования технологических систем. М.: НИИМАШ, 1980. 72 с.
5. Донгаров А.Г. Иностранный капитал в России и СССР. М.: Международные отношения, 1990. 240 с.
6. Закономерности формирования и развития систем технологий: Текст лекций / Под. ред. проф. Ю.Н. Голубева. СПб.: Изд. СПбУЭФ, 1996. 172 с.
7. История русской промышленности. М.: 1926. 262 с.
8. Кейнс Дж. М. Избранные произведения: пер. с англ. М.: Экономика, 1995. 428 с.
9. Кондратьев Н.Д. Проблемы экономической динамики. М.: Экономика, 1984. 362 с.
10. Кричевский Н., Иноземцев В. Постпикалевская Россия: Идеология временщиков. URL:http://www.krichevsky.ru
11. Могилевкин И.М. Невидимые войны XX века. М.: Изд. «Экономика», 1989. 312 с.
12. Народное хозяйство СССР за 70 лет. Юбилейный статежегодник. Госкомстат СССР. М.: Финансы и статистика, 1987. 766 с.
13. Основы отраслевых технологий и организации производства: Учебник / Ю.М. Аносов, Л.Л. Бекренев, В.Д. Дурнев, Г.Н. Зайцев, В.А. Салтыков, В.К. Федюкин; Под. ред. В.К. Федюкина. 3-е изд., стер. СПб.: Политехника, 2007. 312 с.
14. Озеров И.Х. Атлас диаграмм по экономическим вопросам. Россия в мировой семье. Население. 1881. 98 с.
15. Промышленность СССР. Статистический сборник. М.: Финансы и статистика, 1988. 512 с.
16. Принуждение к инновациям: стратегия для России. Под ред. В.Л. Иноземцева. АНО «Центр исследований постиндустриального общества». URL:http://www.modernizatsya.ru/.pdf.
17. Фонотов А.Т. Россия: от мобилизационного общества к инновационному. М.: Наука, 1993. 312 с.
18. Экономическая география России: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Т.Г. Морозовой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТА-ДАНА, 2004. 471 с.
19. URL:http://www.kommersant.ru
20. URL:http://www.inesnet.ru

21. URL:http://www.refia.ru
22. URL:http://www.gazprom.ru
23. URL:http://www.ngfr.ru
24. URL:http://www.shps.ru
25. URL:http://www.mineral.ru
26. URL:http://ru.wikipedia.org
27. URL:http://www.gazpromquestions.ru
28. URL:http://www.stroy-press.ru
29. URL:http://www.neftegaz.ru
30. URL:http://www.rbcdaily.ru
31. URL:http://www.shtokman.ru
32. URL:http://www.mineral.ru
33. URL:http://www.mirnefti.ru
34. URL:http://www.rusoil.ru
35. URL:http://top.rbc.ru
36. URL:http://www.ugolinfo.ru
37. URL:http://www.rosugol.ru
38. URL:http://www.vestsnab.ru
39. URL:http://www.krugosvet.ru
40. URL:http://www.minerjob.ru
41. URL:http://lenta.elecab.ru
42. URL:http://www.uezc.ru
43. URL:http://www.dvinainform.ru
44. URL:http://www.comon.ru
45. URL:http://marketing.rbc.ru
46. URL:http://www.rusmet.ru
47. URL:http://nlmksteel.narod.ru
48. URL:http://www.kasly.ru
49. URL:http://vid-1.rian.ru
50. URL:http://iron-lab.ru
51. URL:http://slovari.yandex.ru
52. URL:http://www.vsmpo.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ…….……..…3
Глава 1. Национальная технологическая система России и ее влияние на формирование социально-экономических показателей……...……...4
1.1. Национальная технологическая система и экономика……..……4
1.2. Технологические уклады в системе мирового технико-экономического развития…….…….....…12
1.3. Этапы формирования национальной технологической системы……...22
1.4. О модернизации России и возможном экономическом прорыве ……..37
1.4.1. Необходимость модернизации России ……..37
1.4.2. Определение модернизации …….……...38
1.4.3. Условия развития модернизации в современной России…… ...….39
1.4.4. Препятствия на пути российской модернизации ……..42
1.4.5. Государство – движущая сила модернизации ……...50
Контрольные вопросы……...…….52
Глава 2. Производство, технология и технологическая система предприятия……..…….…53
2.1. Общее понятие производства …….……..…53
2.2. Технология, технологическая система и технологические процессы …..57
2.2.1. Определение технологии…….....57
2.2.2. Технологическая система предприятия ……....…58
2.2.3. Жизненный цикл технологий и технологических систем……..…62
2.2.4. Технологические пределы и преемственность технологий……..…64
2.2.5. Продуктовые и технологические нововведения, их взаимосвязь и влияние на развитие технологического процесса……..…65
2.2.6. Технология и производственные ресурсы…….....…66
2.2.7. Технология и производственная мощность предприятия……..…66
2.2.8. Технологическая подготовка и технологическое обеспечение производства…….…67
2.2.9. Технологическая система и материально-техническая база промышленности …….…68
Контрольные вопросы…….……72
Глава 3. Сырьевой комплекс России ……...…73
3.1. Природные ресурсы экономики ……..……73
3.2. Сырье: общее понятие, классификация и применение ……....……..76
3.3. Обогащение сырья …….....78
3.4. Комплексное использование сырья ……..……...…79
3.5. Общая характеристика сырьевой базы России ……...…80
Контрольные вопросы…….……..82
Глава 4. Топливно-энергетический комплекс России …….…..…...83
4.1. Газовая промышленность России ……...…83
4.1.1. Общая характеристика…….…….....…83
4.1.2. Направления использования и технологические преимущества газа…….…86

4.1.3 Технология бурения скважин ……..88
4.1.4. Добыча газа с использованием технологии дегазации угольных пластов ……..……..93
4.1.5. Сжиженный газ: получение, транспортировка……..…95
4.1.6. Транспортировка газа ……..…96
4.1.7. Проблемы и перспективы развития газовой отрасли России…..…113
Экономические проблемы газовой отрасли…….…...113
Экологические проблемы газовой отрасли…….....114
Перспективы развития газовой отрасли…….……..115
Контрольные вопросы…….……..121
4.2. Нефтяная отрасль России ……..……...……...122
4.2.1. Общая характеристика…….……...122
4.2.2. Нефть: общие сведения, происхождение, свойства, применение ..125
4.2.3. Способы добычи нефти …….……..……..…127
4.2.4. Транспортировка нефти ……...……..131
4.2.5. Проблемы и перспективы развития нефтяной отрасли……...136
Экономические проблемы нефтяной отрасли …….…136
Экологические проблемы нефтяной отрасли……...137
Перспективы развития нефтяной отрасли ……..138
Контрольные вопросы…….....……146
4.3. Угольная отрасль России …….....……....148
4.3.1. Общая характеристика ……...……...…148
4.3.2. Уголь: общие сведения, происхождение, применение ……..…150
4.3.3. Способы добычи угля …….……...…….....152
Подземная добыча угля ……..……..153
Добыча угля открытым способом ……161
4.3.4. Переработка угля ……...…….162
Обогащение угля ……..……..…162
Методы обогащения угля…….……..……...……....165
Производство кокса……...……..169
Использование угля…….....……170
4.3.5. Проблемы и перспективы развития угольной отрасли……....172
Опасные факторы, связанные с добычей угля …….……...…172
Перспективы развития угольной отрасли……..…174
Контрольные вопросы……177
4.4. Электроэнергетика России ……. 178
4.4.1. Общая характеристика электроэнергетической отрасли. …...……178
4.4.2. Организационная структура электроэнергетической отрасли…….……....183
4.4.3. Некоторые способы получения электрической энергии ……..…192
Схема получения электрической энергии на АЭС…….…..…192
Схема получения электрической энергии на ГЭС….……..…195
Схема получения электрической энергии на ТЭС……...…196
4.4.4. Проблемы и перспективы развития электроэнергетики России …197
Проблемы развития электроэнергетики……..…....197

Перспективы развития электроэнергетики…….....198
Контрольные вопросы……...…….199
Глава 5. Металлургический комплекс России……...…….200
5.1. Черная металлургия России…….200
5.1.1. Общая характеристика и крупные холдинги черной металлургии РФ……..…200
5.1.2. Чугун…….208
Классификация, применение чугуна……..……...208
Получение чугуна……..….……211
Маркировка чугуна……..….…..214
5.1.3. Сталь…….....215
Классификация, применение стали……..…….....215
Способы получения стали……..……217
Маркировка стали……....224
Контрольные вопросы…….……225
5.2. Цветная металлургия России……...…226
5.2.1. Общая характеристика и структура……..….226
5.2.2. Медь и ее сплавы…….……233
Состав, свойства, применение……..……...…..233
Технологический процесс получения меди……...……..….235
5.2.3. Алюминий и его сплавы……..……...…….……237
Состав, свойства, применение…….....…..237
Технологическая схема производства алюминия……...….238
5.2.4. Титан и его сплавы……..……...…….……239
Состав, свойства, применение……..…...…..239
Технологическая схема производства титана……..….240
5.2.5. Никель и его сплавы……..……..……...…….……241
Состав, свойства, применение……..…..241
Получение никеля…….....….242
5.2.6. Магний и его сплавы……..……..…....…….……243
Состав, свойства, применение……..…..243
Получение магния…….....….244
5.2.7. Цинк и его сплавы……..……..…....…….……245
Состав, свойства, применение……...…..245
Получение цинка……..…….....….247
5.2.8. Свинец и его сплавы……..……..…...…….……248
Состав, свойства, применение……..…..248
Получение свинца…...…….....….249
5.2.9. Олово и его сплавы……..……..……..…...…….……251
Состав, свойства, применение…….....…..251
Получение олова….....…….....….252
5.2.10. Ртуть и его сплавы……..……....……..…...…….……253
Состав, свойства, применение……..……..…..253
Получение ртути….....…….....….253

5.2.11. Благородные металлы…..…..……....……..…...…….……254
Общая характеристика и применение……..……..254
Золото: свойства, применение и получение .....…254
Серебро: свойства, применение и получение .....…257
Металлы платиновой группы: свойства,
применение и получение …….....…257
5.3. Порошковая металлургия России……259
5.3.1. Общие сведения……..…259
5.3.2. Технологический процесс получения и применение
порошковой металлургии……...…260
5.4. Проблемы и перспективы развития металлургии России……....262
Контрольные вопросы……..……263
Глава 6. Машиностроительный комплекс России и металлообработка…..…264
6.1. Машиностроительный комплекс…….……264
6.1.1. Общая характеристика, структура…….……264
6.1.2. Крупнейшие холдинги машиностроительного комплекса……..269
6.2. Металлообработка……..…..272
6.2.1. Общая характеристика……272
6.2.2. Литейное производство…….…272
Литье в песчано-глинистые формы…….....…273
Непрерывная разливка стали…….……....……274
6.2.3. Обработка металла давлением……...276
Прокатное производство…….……276
Производство труб…….……...…..277
Прессование…….……..…..…278
Волочение…….……..…..279
6.2.4. Кузнечно-штамповое производство……...280
Ковка……..…….……280
Горячая объемная штамповка……..……..……282
Листовая холодная штамповка……..……..……..284
6.2.5. Обработка конструкционных материалов резанием……..…..285
Общие сведения……..……...…285
Токарные станки……..……...…..…287
Сверлильные станки…….……..…….289
Фрезерные станки…….……..……291
Строгальные, долбежные и протяжные станки……...…….292
Обработка заготовок на шлифовальных станках……...…..294
Отделочные методы обработки…….…296
6.2.6. Сварка…….…..298
Общие сведения……..…… ……..……..298
Электродуговая сварка…… ..……...……..299
Электрическая контактная сварка……..…….…..301
Газовая сварка…….. ……..…302
Сварка лазерным лучом…….....…….…..303
Плазменно-дуговая сварка….……..……..……304

Прочие виды сварки…….…..…….305
6.2.7. Пайка…….……305
6.3. Проблемы и перспективы развития машиностроительного комплекса и металлообработки в России……...307
Контрольные вопросы……..…….309
Список литературы……..……..……....……..310

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Брезе Владимир Адамович
Брезе Ольга Эрнстовна

Системы технологий отраслей экономики

Учебное пособие

Для студентов вузов

Редактор *И.Н.Журина*

ЛР № 020524 от 02.06.97
Подписано в печать Формат 70x100$^{1/16}$
Бумага типографская. Гарнитура Times
Уч.-изд. л. 25,48 Тираж 200 экз.
Заказ №

ПЛД № 44-09 от 10.10.99
Отпечатано в лаборатории множительной техники
Кемеровского технологического института пищевой промышленности
650010, г. Кемерово, ул. Красноармейская, 5