

Ю.В. Холодников, Г.А. Боярских**ВЫБОР СТРАТЕГИЙ РЕМОНТА И МОДЕРНИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТОВ**

Дан анализ состояния основного технологического оборудования предприятий машиностроительного и ремонтного профиля в России. Отмечен критический уровень старения и низкие темпы обновления основных фондов таких предприятий. Низкая эффективность действующих систем и технологий ремонта оборудования не снижают критичность его состояния. В стадии перехода на более эффективные стратегии ремонта и реновации основных фондов для решения этой задачи предложены различные варианты модификации действующих систем ремонта на основе применения композитных материалов. В связи с этим рассмотрены технико-экономические предпосылки формирования новых стратегий ремонта.

Ключевые слова: оборудование, ремонт, реновации, композитные материалы.

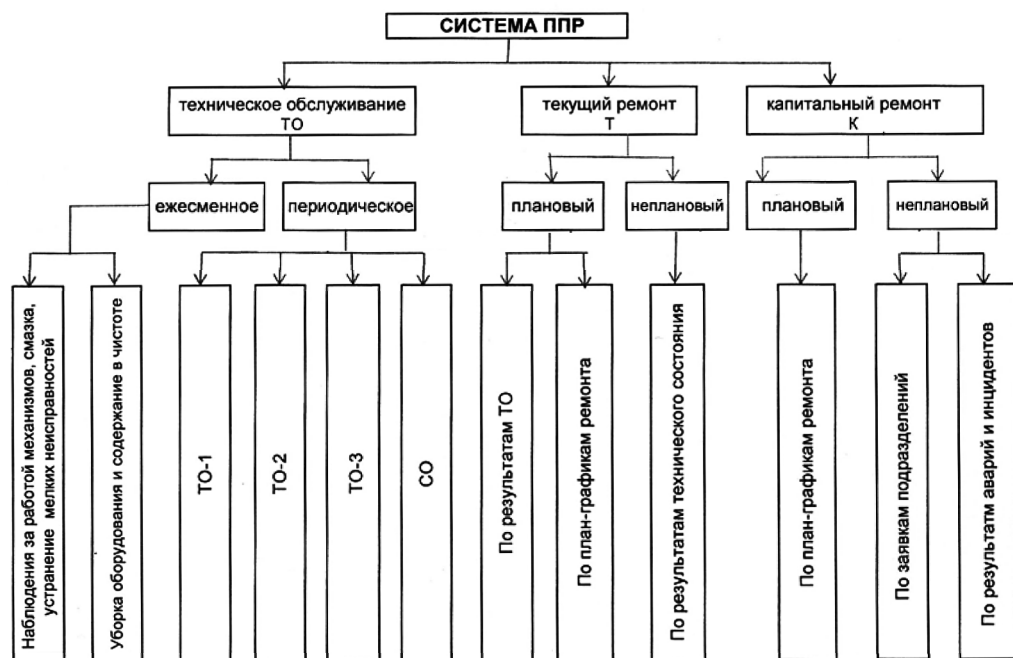
По данным зарубежных экономистов, если в любом производстве находится более 50% полностью амортизированных машин и оборудования, такое производство без экономического анализа признается деградировавшим и объявляется банкротом [1]. Именно в таком состоянии находится значительная часть промышленных производств России. Учитывая экономическую ситуацию в стране и масштабы необходимых инвестиций обновить основные фонды в ближайшие годы не представляется возможным. Необходимо незамедлительно переходить, если это еще не сделано (а не сделано это на многих вновь созданных малых и средних предприятиях) – на современную стратегию ремонта, используя самые современные технологии и материалы, имеющийся мировой опыт, особенно в части организации ремонтов [2].

Оправданием «экономии» на организации эффективной системы ППР, часто выступает утверждение, что за рубежом система ремонтов отсутствует. Это не соответствует действительности. Система обслуживания – в Европе, США, Канаде и др. странах; или система сохранения – в Японии,

Южной Корее и других азиатских странах – неперенный атрибут современного развитого производства. Порядок и виды ремонтных работ разрабатываются заводами-изготовителями оборудования и прописаны в инструкциях по эксплуатации, неукоснительно выполняемых на производственных предприятиях. Другой особенностью ремонтов в этих странах является то обстоятельство, что ремонт с полной разборкой оборудования практически не применяется. Как текущий, так и капитальный ремонт, выполняются путем замены пришедших в негодность агрегатов, узлов и деталей на новые, изготовленные фирмами-производителями. При этом пришедшие в негодность детали и узлы – не восстанавливаются.

В США изготовление запасных частей поощряется тем, что их разрешается продавать на 20–25% дороже, чем в составе собранного оборудования.

В России сложившаяся согласно требованиям ГОСТ 18322–78 система обслуживания оборудования представлена на рисунке. Она отличается от ремонтных технологий, принятых в зарубежных странах, направленно-



Система ППР

стью на обеспечение работоспособности технологического оборудования путем регулярного проведения текущих и капитальных ремонтов. Подобная схема ремонтов объясняется системным нарушением нормативного коэффициента обновления основных фондов, приведшая к тому, что сейчас в эксплуатации находится более 60% полностью амортизированных машин и оборудования, требующих восстановления и поддержания в работоспособном состоянии путем проведения сложных ремонтов. Ежегодный износ фондов в промышленности нашей страны составляет 5–7% при восстановлении 1–1.5%. Как отмечает вице-президент СУАЛ-холдинга А.В. Сысоев, если установить необходимую норму амортизации при реальной стоимости производственных фондов, то это обеспечило бы достаточно высокий уровень инвестиционного капитала для модернизации существующих фондов [3].

Поскольку существенного обновления основных производственных фондов не происходит, то работать по действующей системе ПНР придется еще долго, а поэтому надо искать способы минимизации трудозатрат и финансовых потерь от простоев при проведении ремонтно-профилактических мероприятий, ликвидации последствий аварий, вызванных износом оборудования.

Вне зависимости от принятой на предприятиях формы проведения ремонтно-профилактических работ (регламентированный ремонт, ремонт по наработке, ремонт по техническому состоянию и т.п.), методов ремонта (агрегатно-узловой, поточный, обезличенный и др.) – экономическая эффективность ремонтных работ связана, прежде всего, со снижением таких показателей ремонтных нормативов, как продолжительность простоя и трудоемкость выполнения ремонта.

Указанная цель достигается внедрением комплексного подхода к

Обобщенная структура ремонтных циклов и рекомендуемых композиционных материалов

Виды ремонтов	Виды композитов. Композиционные материалы			
	Дисперсно(нано) наполненные	Зернисто наполненные	Стеклопластики	
			«Мокрое» ламинирование	Конструкционные
Техническое обслуживание ТО	Смазки, присадки, СОЖ. Пасты, мастики, шпатлевки, филлеры, праймеры. Ремонтные составы: «холодная сварка», абразивостойкие, антиадгезивы, износостойкие и др.	Шпатлевка (заделка) полимербетоном мелких дефектов поверхности, выявленных в процессе эксплуатации оборудования.	Ремонт поврежденных участков футеровки. Латки на течи, очаги коррозии, свищи.	Установка экранов, защитных крышек, отражателей и т.п. Установка муфт из препрега на поврежденные участки трубопроводов и воздухопроводов.
Текущий ремонт Т	Ремонтные составы	Восстановление поврежденных участков износо (абразиво)- термостойких футеровок. Ремонт и замена отдельных участков (изделий) из полимербетона.	Изготовление (RTM, ручное ламинирование, SMC/ BMC, и др.) и замена отдельных деталей и элементов конструкции оборудования. Частичная замена и ремонт футеровки. Ремонт труб, воздухопроводов, газоходов в объемах данного вида ремонта.	Применение листового, профильного (уголок, труба, круг, тавр и т.п.) стеклопластика для восстановления изношенных узлов в объемах текущего ремонта. Использование муфт, рукавов из препрега для ремонта труб и воздухопроводов.
Капитальный ремонт К	Ремонтные составы для восстановления поврежденных участков оборудования. Наноккомпозиты с повышенными эксплуатационными параметрами.	Полное восстановление изношенных и поврежденных участков строительных бетонных конструкций и сооружений. Нанесение полимербетона на оборудование для повышения его эксплуатационных параметров (износостойкость, теплостойкость, прочность и т.п.).	Ремонт или замена футеровки. Замена поврежденных деталей и узлов оборудования на заранее изготовленные аналоги из композитов. Изготовление деталей и узлов оборудования из специальных видов композитов методами «мокрого» ламинирования.	Применение всех видов конструкционного стеклопластика для ремонта оборудования в объеме кап. ремонта. Изготовление из конструкционного стеклопластика деталей и узлов ремонтируемого оборудования.

ремонту оборудования путем использования различных видов композиционных материалов и технологий их нанесения. В таблице приведены некоторые виды композитов и рекомендации по их использованию.

Данная таблица показывает, что практически все производственные вопросы, возникающие при проведении ремонтов можно решить применением композиционных материалов: от технического обслуживания, ремонта поврежденных элементов конструкции и отдельных деталей – до изготовления деталей и узлов оборудования полностью из композитов. При этом известно, что изделия из композитов, по сравнению с аналогами из металлов, имеют целый ряд преимуществ, таких как: меньшая масса, коррозионная и химическая стойкость, высокая удельная прочность, эргономичность и др., а технологии переработки композитов в готовые изделия отличаются универсальностью, существенно меньшим энергопотреблением и трудоемкостью и, что особенно важно при проведении ремонтно-восстановительных работ, широким диапазоном решаемых производственных задач [4].

Снижение времени простоя оборудования в ремонте, при применении композитов достигается, прежде всего, поточной организацией процесса ведения работ, заключающейся в возможности совмещения по времени проведения различных видов ремонтных работ. Не требуется разработка НТТР на огневые работы при ремонтах на опасных производственных объектах; применение технологии «стакан в стакане» – позволяет не тратить время на ремонт каркаса емкостного оборудования, а за счет заранее изготовленного вкладыша решить проблемы восстановления работоспособности баков, ванн, мерников и т.д.

Трудоемкость ремонта с применением композитов существенно ниже

аналогичных работ, выполняемых традиционными материалами и методами, за счет следующих факторов:

- меньшая масса изделий из композитов позволяет во многих случаях отказаться от применения грузоподъемных машин и механизмов, что снижает риски травмирования и повышает безопасность ведения ремонтных работ;

- футеровка по месту емкостного оборудования позволяет обойтись без демонтажа изношенного изделия, но при этом полностью восстановить его эксплуатационные свойства;

- трудоемкость изготовления единичных ремонтных изделий из композитов намного меньше, чем из металлов, особенно когда речь идет об импортозамещении или деталях, снятых с производства;

- уникальные физико-химические и механические свойства композиционных материалов обеспечивают возможность создания композита со свойствами, максимально отвечающими конкретным условиям эксплуатации, применение нанокompозитов с уникальными эксплуатационными свойствами -позволяет эффективно решить вопросы ремонта, минимизируя трудозатраты там, где аналогичные проблемы с применением традиционных материалов и технологий решаются сложным поиском технических решений с привлечением дорогостоящего оборудования и уникальных металлических сплавов.

Кроме перечисленных факторов повышения экономической эффективности ремонтных работ в последние годы приоритетной оптимизации стала проблема стоимости запасных частей, учитывая тот факт, что ремонт импортного оборудования иногда обходится дороже нового. Огромный диапазон различных технологий переработки композиционных материалов в готовое изделие позволяет

оптимизировать затраты на изготовление любых партий (от единичных до массовых) ремонтных деталей и узлов.

Существенным эксплуатационным достоинством изделий из композитов или отремонтированных с применением композиционных материалов является их ремонтпригодность и возможность эффективного диагностирования состояния, включая методы визуального и инструментального контроля, в том числе дистанционного. Указанная возможность повышает надежность эксплуатации оборудования, снижает риск возникновения аварийных ситуаций, позволяет повысить коэффициент готовности оборудования в установленные межремонтные циклы.

И, наконец, важным аспектом данной статьи, является вопрос промышленной безопасности при эксплуатации технологического оборудования, поскольку нарушение нормируемых показателей может быть причиной остановки производства и ремонта оборудования.

В систему промышленной безопасности входят: мероприятия по охране труда работников; исключение несчастных случаев и травматизма. В числе задач по охране труда и промышленной безопасности, эффективно решаемых с помощью композиционных материалов и изделий из них, являются: защита от шума и вибрации, выполнение требований по электробезопасности, эргономичность и травмобезопасность машин и механизмов. Известно, что изделия из композитов обладают демпфирующими свойствами, гасят вибрацию, в том числе в резонансных режимах. Вибрация в звуковом диапазоне частот также эффективно поглощается композитами, а с принятием ряда конструктивных решений эта проблема вообще перестает существовать

для деталей и узлов, выполненных из композиционных материалов.

Что касается обеспечения мер электробезопасности, то на основании того факта, что стеклопластик – диэлектрик, соответственно и оборудование из него предотвращает несанкционированный переход напряжения от электропроводящих частей оборудования на человека в случае их контакта. В тоже время, введением специальных наполнителей в композит или прокладкой электропроводящих шин эффективно отводится накапливаемое в массе рабочей среды, например, жидкости (бензин, нефть и т.д.) статическое электричество.

Для изделий во взрывобезопасном исполнении несомненным преимуществом композита является отсутствие искрообразования при контакте деталей из металла с композитом или композита с композитом.

Таким образом, рассмотренные предпосылки формирования основ стратегии ремонта технологического оборудования с применением композитов могут быть представлены в следующем образом:

1. Причины, по которым целесообразно внедрение новых композиционных материалов и технологий при проведении ремонтных работ:

- большой ассортимент разнообразных композиционных материалов и технологий для проведения различных видов ремонтных работ, оптимизирующих ремонтный цикл, в стоимостном и качественном аспектах;
- снижение трудоемкости и времени на проведение ремонтных работ;
- обеспечение нормативных сроков безопасной эксплуатации оборудования;
- обеспечение безопасности ведения ремонтных работ при повышении их эффективности;
- регламентация работ по модернизации оборудования и продлению

срока его службы на основе применения композитов.

2. Преимущества композиционных материалов, изделий из композитов и сопутствующих им технологий для ведения ремонтных работ:

- в мире накоплен большой положительный опыт изготовления и эксплуатации изделий из композиционных материалов, разработаны и апробированы технологии изготовления, на рынке представлены композиционные материалы различного производственно-технического назначения, позволяющие осуществлять все виды ремонтов по любым методам;

- изделия из композитов имеют ряд существенных эксплуатационных преимуществ перед аналогами из металлов – коррозионная стойкость, меньшая масса, удельная прочность и т.п.;

- композиционные материалы совместимы с большинством органических и неорганических ремонтных материалов, традиционно используемых при ведении ремонтных работ. Поэтому возможны варианты комбинирования различных материалов и технологий при проведении сложных ремонтов;

- возможность создания композитов с требуемыми рабочими характеристиками, а с применением нанокompозитов – характеристики, превышающие лучшие аналоги из металлов;

- снижение трудоемкости ремонтных работ, времени простоя оборудования в ремонте и повышения безопасности ведения ремонтных работ;

- возможность вести не только ремонтно-профилактические работы, а одновременно модернизировать существующее технологическое оборудование, повышая его эксплуатационные параметры, надежность и эффективность.

3. Основные виды композитов с терморезистивной матрицей и области их применения в ремонтном процессе [4]:

- дисперсно- (нано) наполненные: мастики, шпатлевки, пасты, смазки и т.п. – текущее обслуживание, мелкий ремонт;

- зернисто-наполненный: полимербетон для ремонт строительных конструкций, бассейнов, создания защитных покрытий;

- стеклопластики для футеровки оборудования, изготовления различных изделий и узлов (ремонтных комплектов), восстановления работоспособности изношенного оборудования при всех видах ремонта;

- углепластики для изготовления ответственных деталей, узлов машин и механизмов.

4. Проблемы внедрения композиционных материалов в практику проведения ремонтных работ:

- отсутствие нормативов и справочно-технической литературы на ремонтные операции с применением композиционных материалов;

- внедрение композитов в практику ремонтных работ требует формирования новой методологии управления надежностью технологического оборудования на всех стадиях его жизненного цикла путем мониторинга технического состояния, учитывающего особенности структуры, состава, технологии изготовления и условий эксплуатации изделий из композитов;

- дефицит специалистов в области технологий применения композитов для ремонта, отсутствие инфраструктуры изготовления запасных частей из композитов;

- психологический барьер; отсутствие стимулов перехода на новые материалы и технологии;

- в нормативно-технической документации заводов-изготовителей использованы традиционные методы ремонта; процедура согласования изменений в которых, громоздкая и длительная;

5. Пути реализации новой стратегии ремонта.

Анализ тенденций развития машиностроительного и ремонтного производства, показывает необходимость создания специализированных производств и сервисных центров по изготовлению надежных и качественных ремонтных деталей и узлов из композиционных материалов, обеспечивающих: снижение себестоимости их изготовления за счет современных технологий и передового оборудования; стоимости ведения ремонтных работ за счет специализации и кооперации ремонтного производства, типизации, механизации и автоматизации технологических процессов, и повышения надежности и безопасности эксплуатации оборудования, используя преимущества композитов обладающих

лучшими эксплуатационными свойствами, чем традиционные материалы.

Поэтому необходимо консолидировать усилия по развитию системы подготовки и переподготовки специалистов ремонтного производства, внедрению композиционных материалов в практику ведения ремонтных работ, разработке нормативно-технической базы регламентирующей различные виды работ с композитами на всех стадиях проведения ремонта о-профилактических работ в контексте стратегической задачи, развития и модернизации производственного сектора экономики страны с целью повышения уровня жизни и обеспечения конкурентоспособности нашей продукции на мировом рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. Справочник. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. – 260 с.

2. Боярских Г.А. Теория старения и восстановления машин: Научное издание. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 2007. – 175 с.

3. Сысоев А.В. Промышленная политика государства на этапе формирования новой экономической стратегии / 10-й Российский

экономический форум: Тез. докл. – Екатеринбург, 2005. – С. 10–12.

4. Холодников Ю.В. Перспективы развития производства композиционных материалов и изделий из них // Вестник машиностроения. – 2009. – № 8. – С. 80–83.

5. Алыпиз Л.И., Холодников Ю.В. О взаимосвязи и особенностях композиционных материалов // Композитный мир. – 2009. – № 2. – С. 34–37. **ИВАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Холодников Юрий Васильевич – кандидат технических наук, директор ООО СКБ «Мысль», e-mail: kholodnikov@mail.ur.ru,

Боярских Геннадий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, Уральский государственный горный университет, e-mail: office@ursmu.ru.

UDC 622., 62–7;

REPAIR STRATEGY SELECTION AND PROCESSING EQUIPMENT UPGRADING USING COMPOSITE MATERIALS

Kholodnikov Yu.V., Candidate of Technical Sciences, Director of SKB Mysl, e-mail: kholodnikov@mail.ur.ru, Russia,

Boyarskikh G.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Ural State Mining University, e-mail: office@ursmu.ru, Ekaterinburg, Russia.

The article analyzes the current status of processing equipment of machine building and repair plants in Russia. The critical level of aging and slow rate of renewal of primary equipment is emphasized. Low efficiency of the working equipment and the equipment repair technologies aggravate the current condition. At the stage of transition to more efficient strategies of primary equipment repair and renewal, various modifications of

operational repair systems using composite materials are proposed. In this context, technical-and-economic prerequisites of new repair strategies are discussed.

Key words: equipment, repair, renewal, composite materials.

REFERENCES

1. Sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta energeticheskogo oborudovaniya. Spravochnik (Power-generating equipment maintenance and repair system. Handbook), Moscow, Izd-vo NTs ENAS, 2005, 260 p.
2. Boyarskikh G.A. Teoriya stareniya i vosstanovleniya mashin: Nauchnoe izdanie (Theory of aging and recondition of machines. Scientific publication), Ekaterinburg, Izd-vo UGGU, 2007, 175 p.
3. Sysoev A.V. 10-i Rossiiskii ekonomicheskii forum: Tez. dokl. (X Russian Economic Forum: Head-Notes), Ekaterinburg, 2005, pp. 10–12.
4. Kholodnikov Yu.V. Vestnik mashinostroeniya, 2009, no 8, pp. 80–83.
5. Alypits L.I., Kholodnikov Yu.V. Kompozitnyi mir, 2009, no 2, pp. 34–37.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (ПРЕПРИНТ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАРГАНЦЕВОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОЧИСТКИ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА (СИНТЕЗ-ГАЗА) ОТ СЕРОВОДОРОДА ПРИ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕЙ И КРУПНОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК (УНТ)

Крылов Игорь Олегович – к.т.н., доцент, e-mail: vims-kio@mail.ru, МГИ НИТУ «МИСиС»,

Епихин Андрей Николаевич² – к.т.н., зав. лабораторией, e-mail: andr140170@mail.ru,

ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт»,

Юшина Татьяна Ивановна – к.т.н., зав. кафедрой, e-mail: yuti62@mail.ru, МГИ НИТУ «МИСиС»,

Луговская Ирина Германовна – д.г.-м.н., ученый секретарь, e-mail: lig_vims@mail.ru,

Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского.

Работа посвящена нетрадиционным аспектам применения марганцевых руд в промышленности. Рассмотрен вопрос возможного освоения континентальных и в перспективе, шельфовых и океанических марганцевых руд для нужд теплоэнергетики и многотоннажного производства углеродных нанотрубок (УНТ). Установлено, что некоторые марганцевые руды России, включая ЖМК и КМК обладают уникальными свойствами, востребованными в перспективных высоких технологиях теплоэлектроэнергетики и получения углеродных наноструктур, осваиваемых в ближайшие 20–30 лет. После нескольких циклов в промышленных процессах (количество циклов точно не установлено) техногенный марганцевый продукт оксидного типа пригоден и даже более предпочтителен для переработки на металл и (или) ферросплавы. Марганец и железо в указанных процессах не расходуется.

Ключевые слова: марганцевые (железомарганцевые) руды, железомарганцевые конкреции, генераторный газ (синтез-газ), сероводород, углеродные наноструктуры, углеродные нанотрубки.

THE USE OF MANGANESE RAW MATERIAL FOR HIGH-TEMPERATURE CLEANING OF PRODUCER GAS (SYNGAS) FROM HYDROGEN SULFIDE IN COAL GASIFICATION AND LARGE-SCALE PRODUCTION OF COAL-FAMILY NANOTUBES (CNTS)

Krylov I.O., Epikhin A.N., Yushina T.I., Lugovskaya I.G.

The work is devoted to non-traditional aspects of the use of manganese ore in the industry. The question of the possible development of the continental and in the future, offshore and oceanic manganese ore for the needs of power system and large-tonnage production of carbon nanotubes (CNT). At present, the mining of Russian manganese ore continental, marine and oceanic ferromanganese nodules (FMN) and crusts (FMC) is unprofitable or is on the verge of investment feasibility. This is explained the current global practice for market pricing of manganese products. The price is dictated the major global mining companies extractive manganese ore and manufacturer of manganese ferroalloys. The authors found that some manganese ore Russia, including FMN and FMC have unique properties demanded in promising high-tech thermal electric power industry and production of carbon nanostructures mastered by in the next 20–30 years. Given these properties, the price of manganese ore (refers only to investigated the manganese ore) increases several times, remain competitive with foreign and domestic synthetic analogs. The use of manganese ore in the process of cleaning generating gas from hydrogen sulfide and production of CNTs does not imply their irretrievable loss. After several cycles of industrial processes (the number of cycles is not precisely determined) technogenic type oxide manganese suitable product and even more preferable for the processing of metal and (or) ferroalloys. Iron and manganese in these processes is not consumed.

Key words: manganese (ferromanganese) ore, ferromanganese nodules, producer gas (synthesis gas), hydrogen sulfide, carbon nanostructures, carbon nanotubes.