

# СЕТСО — 15 лет в углеобогащении

Компания СЕТСО в угольной промышленности России работает с 1994 г. и в настоящее время занимает ведущее положение в области реализации современных технологий обогащения угля при строительстве новых и реконструкции действующих обогатительных фабрик.

Переход экономики России в 1990-х гг. на рыночные отношения потребовал пересмотра подхода к технологии переработки угля с целью обеспечения конкурентоспособности предприятий угольной промышленности. Новые экономические условия предъявили повышенные требования не только к вопросу обеспечения максимального выхода концентрата, но и к экономической стороне процессов обогащения. Принцип экономической целесообразности стал определяющим в выборе как глубины обогащения угля, так и обогатительного оборудования.

## ЦОФ «Кузбасская»

Первым проектом в России для компании СЕТСО, позволившим значительно снизить себестоимость переработки угля, была установка схемы спиральных сепараторов и четырех осадительно-фильтрующих центрифуг «Decanter» для обезвоживания зернистого шлама на ЦОФ «Кузбасская» (г. Междуреченск) в 1997 г. В результате количество работающих сушильных установок уменьшилось вдвое, а на оставшихся в работе установках была снижена температура сушильного агента на 200-300°C, расход электроэнергии был сокращен на 19%.



ЦОФ «Кузбасская»

Следующим шагом по внедрению современных технологий стала модернизация ЦОФ «Печорская» ОАО «Воркутауголь», которая была проведена поэтапно в период с 1999 по 2003 г. На этой фабрике из-за изменения гранулометрических характеристик исходного угля, поставляемого на фабрику, в основном за счет включения в переработку высокозольных отсевов, возникла необходимость ее срочной реконструкции.

Так, при проектной производительности 6,9 млн т в год из-за высокого содержания шламов фактическая производительность фабрики составляла 3,5 млн т. Модернизация фабрики предусматривала установку оборудования для обогащения шлама класса 0,2-1,5 мм в спиральных сепараторах с обезвоживанием полученного концентрата в шести центрифугах «Decanter» и рекон-

## НОВАК Вадим Игоревич

Директор угольного  
департамента СЕТСО

## КОЗЛОВ Вадим Анатольевич

Инженер-технолог компании СЕТСО,  
канд. техн. наук, доцент

струкцию узла дешламации мелкого угля перед его обогащением в тяжелосредних гидроциклонах. Последнее предполагало установку дуговых сит и вибрационных грохотов с исключением из схемы багер-зумпфов.

После завершения модернизации фабрики ее производительность по переработке угля увеличилась до 7 млн т в год. Общий расход магнетита снизился с 5-6 кг на тонну исходного угля до менее

1 кг. Применение спиральных сепараторов позволило снизить нагрузку на флотацию и, как следствие, добиться снижения расходов на флотореагенты и электроэнергию. В целом по фабрике время работы сушильных трактов сократилось в 1,5 раза, затраты на переработку угля снизились на 30%. Установка ленточных фильтр-прессов «Phoenix» для обезвоживания сгущенных хвостов флотации, с последующим вывозом кека автотранспортом в породный отвал, сократила на 50% сброс жидких отходов во внешний отстойник. В перспективе строительство фильтр-прессового отделения позволит полностью отказаться от этих сбросов.

К 2000 г. в связи с повышением спроса на качественные угольные концентраты сформировались благоприятные экономические условия для роста инвестиций в угольную отрасль. В связи с этим требовалось увеличить долю добываемого угля, направляемую на обогащение. С другой стороны, рост транспортных тарифов подталкивал собственников и руководство российских угольных компаний к организации переработки добытого угля непосредственно у мест добычи, тем самым добиваясь снижения доли затрат на транспорт в себестоимости продукции.

## ОФ «Антоновская»

В результате развития благоприятных тенденций на внутреннем угольном рынке было принято решение о строительстве новой ОФ «Антоновская» (г. Новокузнецк) с применением современных технологий и высокоэффективного оборудования. Успешный опыт реконструкции ЦОФ «Кузбасская» позволил нашей компании выиграть в 2000 г. тендер на разработку технологического проекта и поставку полного комплекса оборудования для главного корпуса ОФ «Антоновская».

На тот период времени большинство специалистов и научных кадров в России еще не были в достаточной степени знакомы с современными углеобогащающими технологиями и разработанная для ОФ «Антоновская» технологическая схема стала предметом дискуссий и научных споров. Схема фабрики предполагает обогащение коксующегося угля «до нуля» с обезвоживанием всех классов продуктов обогащения только механическими способами, без использования термической сушки. Институт «Гипроуголь» в качестве генерального проектировщика успешно выполнил проект фабрики в целом.

На фабрике применяются следующие процессы: дробление исходного угля до крупности менее 75 мм; сухая классификация на грохоте «Liwel» с выделением отсева 0-3 мм; обогащение класса 3-75 мм в двух продуктовой отсадочной машине «Allmineral»; обогащение класса 0,15-3 мм в спиральных сепараторах; класс 0,04-0,15 мм является низкозольным и не



ОФ «Антоновская»

обогащается, а обезвоживается в центрифугах «Decanter» и присоединяется к обходу концентрату; класс 0-0,04 мм сгущается в радиальных сгустителях и обезвоживается на ленточных фильтр-прессах «Phoenix».

ОФ «Антоновская» эксплуатируется уже восьмой год (в работе с сентября 2001 г.). При проектной годовой производительности 3 млн т фабрика перерабатывает свыше 4 млн т, что стало возможным за счет высокой надежности обогатительного оборудования.

Учитывая опыт пуска и успешной работы ОФ «Антоновская», по этим же принципам были спроектированы и введены в эксплуатацию в Кузбассе новые фабрики, в которых применены технологии СЕТСО: ОФ «Красногорская» (ОАО «Южный Кузбасс») — 2002 г., ОФ «Спутник» (ОАО «Шахта Заречная») — 2003 г., ОФ «Распадская» — I очередь — 2005 г., II очередь — 2008 г., ОФ «Северная» («Арселор Миттал») — 2006 г., ОФ «Бачатская-Коксовая» (ОАО «УК «Кузбассразрезуголь») — 2008 г. В Новосибирской области ОФ «Листвянская-2» — 2008 г.

В 2004 г. проведена реконструкция ГОФ «Томусинская» (г. Междуреченск), на которой внедрена современная технология обогащения зернистых шламов в спиральных сепараторах.

#### ОФ «Красногорская»

В 2005 г. завершена реконструкция ОФ «Красногорская» (г. Междуреченск), позволившая увеличить производительность фабрики с 1,5 млн до 2,5 млн т. Технология фабрики для переработки антрацитов включает: обогащение класса +13 мм в тяжелосреднем сепараторе «Daniels»; обогащение класса 1-13 мм в тяжелосредних гидроциклонах «Deister»; обогащение класса 0,15-1 мм в спиральных сепараторах; класс 0-0,15 мм не обогащается, сгущается в радиальных сгустителях, обезвоживается на ленточных фильтр-прессах «Phoenix».



ОФ «Красногорская»

Для этой фабрики нашими специалистами были разработаны автоматические системы поддержания плотности тяжелосредней суспензии в технологическом процессе и управления фильтр-прессовым отделением. Сегодня эти системы стали стандартом автоматизации и включаются в проекты всех новых фабрик. Уникальность реконструкции ОФ «Красногорская» в том, что это первый и пока единственный в угольной промышленности объект, при выполнении которого была реализована концепция строительства «под ключ». В этом проекте «Коралайна Инжиниринг» — дочерняя компания СЕТСО выполняла в одном лице функцию генерального проектировщика, генерального подрядчика и поставщика технологий и оборудования. Наша работа «под ключ» положительно отличается от общепринятой генподрядной схемы наличием финансовой ответственности за достижение технологических показателей работы фабрики после ее строительства. Обычно генподрядчик покидает фабрику сразу после ее строительства и первой прокрутки, оставляя собственника один на один с новым, еще не налаженным до нормальной работы объектом. Мы же на всех построенных по нашей технологии объектах осуществляем послепусковое эксплуатационное сопровождение.

#### ОФ «Спутник»

Для фабрики «Спутник» шахты «Заречная» (г. Польшаево, Кемеровская обл.) нами выполнены проектирование и поставка комплектной технологической линии для обогащения энергетического угля класса 0-13 мм. Применение современных технологий и высокоэффективного оборудования позволило фабрике после пуска в 2003 г. достичь производительности 5 млн т при проектной производительности 2,4 млн т. Себестоимость переработки рядового угля составила менее 2 дол. США, что является самым лучшим показателем в Кузбассе.



ОФ «Спутник»

**ОФ «Распадская»**

В 2005 г. состоялся пуск I очереди ОФ «Распадская» (г. Междуреченск) с проектной производительностью 7,5 млн т. В 2007 г. на фабрике за счет увеличения фактического времени работы оборудования было переработано 10,5 млн т коксующегося угля.



ОФ «Распадская»

В схеме этой фабрики применена технология обогащения «до нуля» без флотации шламов и без использования термической сушки концентрата.

На фабрике обогащаются угли класса 0-150 мм марки «ГЖ» зольностью рядового угля 22-24%. Класс 13-150 мм обогащается в тяжелосредних сепараторах, класс 1,3-13 мм — в тяжелосредних гидроциклонах, класс 0,15-1,3 мм в спиральных сепараторах, а для класса 0-0,15 мм проводится двухстадийное осаждение в радиальных сгустителях.

Обезвоживание продуктов обогащения производится только механическим способом: концентрат класса 37-150 мм на вибрационных грохотах «Тавор», классы 1-13 и 13-37 мм — в вибрационных центрифугах «Тема», класс 0,15-1 мм — в осадительно-фильтрующих центрифугах «Decanter», класс 0-0,15 мм — на ленточных фильтр-прессах «Phoenix».

В первоначальном варианте проекта предусматривалось применение флотации шламов, что предполагало значительные капитальные и эксплуатационные затраты при строительстве отделения флотации. По результатам дополнительных исследований флокуляции и осаждения шламов углей, поставляемых на фабрику, нами была принята схема с двухстадийным осаждением угля и тонких илов в радиальных сгустителях, установленных последовательно.

Согласно технологической схеме шламовая пульпа, в которую подается апполярный флокулянт, поступает в радиальный сгуститель первой стадии, где осаждаются угольные частицы. Слив первого сгустителя, в котором содержится тонкодисперсная глина, направляется в следующий сгуститель второй стадии осаждения. Сюда же подается катионный флокулянт для осаждения глинистых частиц. Таким образом, в первом сгустителе осаждаются угольные частицы, а во втором сгустителе породные частицы. Эффективность процесса разделения угольного шлама от глины составляет 70-75%.

Обезвоживание угольного осадка и осажденных илов производится раздельно на ленточных фильтр-прессах. Кек ленточных фильтр-прессов, обезвоживающих низкозольный угольный осадок сгустителя первой стадии, присоединяется к общему концентрату фабрики.

После пуска II очереди ОФ «Распадской» в 2008 г. эта фабрика является на текущий момент самой крупной в России и Европе. Ее утвержденная производительность составляет 15 млн т в год.

**ОФ «Северная»**

В 2006 г. в г. Березовский Кемеровской области состоялся пуск ОФ «Северная» проектной мощностью 3 млн т в год. По проекту схема цепи аппаратов фабрики разделена на две одинаковых секции, включающие такие технологические процессы, как:

1. Неклассифицированную отсадку класса 0 — 75 мм в отсадочных машинах «Allmineral» с получением двух продуктов: концентрата и отходов.
2. Обогащение класса 0,15-2 мм в спиральных сепараторах.
3. Флотацию классов 0,04-0,15 мм и 0-0,04 мм в отдельных флотомашинах колонного типа.



Раздельная флотация тонких шламов классов 0-0,04 мм и 0,04-0,15 мм, обусловлена работой фабрики по летнему и зимнему режимам. Флотация класса 0-0,04 мм предусмотрена только в летний период по условию сезонного ограничения влажности общего концентрата.

Получение влажности обезвоженного концентрата класса 0,04-2 мм в пределах 11-14% на осадительно-фильтрующих центрифугах «Decanter» дает возможность после его присадки к крупным классам, транспортировать объединенный концентрат в зимний период в вагонах без смерзания угля.

**ОФ «Листвянская»**

В 2008 г. введена в работу ОФ «Листвянская» ЗАО «Сибирский Антрацит» (г. Искитим Новосибирской обл.) для обогащения антрацита производительностью 1,5 млн т в год.

**ОФ «Бачатская-Коксовая»**

В 2008 г. ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» на «Бачатском угольном разрезе» была построена и введена в эксплуатацию ОФ «Бачатская-Коксовая» производственной мощностью 3 млн т в год. Строительство фабрики осуществила Объединенная компания «Сибшахтострой». Проектирование выполнил институт «Гипроуголь». Надо отметить, что это вторая обогатительная фабрика, построенная на Бачатском разрезе. Первая фабрика «Бачатская-Энергетическая» мощностью 2,5 млн т была введена в эксплуатацию в 2002 г. Теперь создан уникальный в Кузбассе обогатительный комплекс с единым погрузочным пунктом, способным отгружать одновременно как энергетические, так и коксующиеся угли одновременно, для чего была увеличена пропускная способность железнодорожной станции до 10 млн т в год. В строительство ОФ «Бачатская-Коксовая» ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» инвестировало 3,1 млрд руб.

Проект технологической схемы, компоновки оборудования, металлоконструкций и нестандартизированного оборудования, трубопроводов, автоматизированной системы оперативного диспетчерского управления и поставку основного технологического оборудования для ОФ «Бачатская-Коксовая» выполнила компания SETCO. Фабрика содержит несколько технологических блоков: обогащения угля класса + 25 мм, обогащения угля клас-

са 2-25 мм, обогащения шламов 0,3—2 мм, флотации шламов, фильтр-прессовое отделение.

Обогащение класса +25 мм осуществляется в отечественных сепараторах СКВП-32. Блок обогащения мелкого угля реализован на тяжелосредних гидроциклонах «Deister» диаметром 610 мм. Крупнозернистый шлам обогащается в спиральных сепараторах австралийского производства.

Обогащение класса 0-0,3 мм производится с применением флотационного метода. Основной задачей, стоящей перед проектировщиками, было достичь кондиционной влажности концентрата с глубиной обогащения «до нуля», но без применения термической сушки. Поэтому в проекте для обезвоживания классов 2-25 мм применены вибрационные центрифуги, для класса 0,3-2 мм — осадительно-фильтрующие центрифуги «Decanter». Для этой фабрики впервые в Россию был поставлен вакуум-фильтр «Peterson» (США) с общей площадью фильтрации 225 м<sup>2</sup> для обезвоживания флотоконцентрата, на котором получена влажность до 23%. Механическое обезвоживание позволило получить требуемую влажность общего концентрата до 8,5%. Проведенное опробование продуктов обогащения по процессам подтвердило заявленные характеристики оборудования.

Автоматизированная система оперативного диспетчерского управления позволяет дистанционно управлять технологическими процессами от оператора пульта управления посредством получения информации о состоянии оборудования, технологических параметров его работы.



ОФ «Бачатская-Коксовая»

Особенностью и новизной проекта обогатительного комплекса ОФ «Бачатская-Коксовая» стало то, что его проектирование выполнялось в среде проектирования Autocad, специальном приложении, предназначенном для трехмерного проектирования промышленных объектов и адаптированном под российские нормы и стандарты. Применение данного программного комплекса позволило выполнить рабочую документацию по обогатительным модулям за рекордные сроки — всего за полтора месяца вместо обычных четырех.

Обогатительная фабрика «Бачатская-Коксовая» всего за месяц вышла на проектную производительность с получением требуемых качественных показателей товарной продукции. Наладка и настройка процессов осуществлялась совместно со специалистами фабрики, чья профессиональная работа способствовала успешному выполнению пуско-наладочных работ.

#### ОФ «Красноармейская-Западная №1»

С марта этого года проводятся пуско-наладочные работы на вновь построенной по нашей технологии ОФ «Красноармейской-Западной №1» (г. Красноармейск, Донецкая обл., Украина) мощностью 12 млн т в год, предназначенной для обогащения коксующегося угля марки «К». Генеральным проектировщиком является ОАО «Луганскипрошахт».



ОФ «Красноармейская-Западная №1»

Технологическая схема включает следующие процессы: крупный класс 13-100 мм обогащается в тяжелосредних сепараторах «Daniels»; мелкий класс 1-13 мм — в тяжелосредних гидроциклонах «Deister»; зернистый шлам класса 0,2-1 мм — в сепараторе «CrossFlow»; шламы классов 0,04-0,2 и 0-0,04 мм — в флотомашинках колонного типа производства СЕТСО.

Решение о применении для обогащения зернистого шлама сепаратора «Crossflow» определяется обогатительной характеристикой угля. Для получения концентрата требуемой зольности необходимо вести разделение по низкой плотности — менее 1,4 т/м<sup>3</sup>, что и обеспечивает данный сепаратор.

#### Другие проекты

В 2008 г. мы участвовали совместно с институтом «Луганскипрошахт» в выполнении ТЭО новой ОФ шахты «Любелская-1» (г. Львов, Украина) производительностью 5 млн т в год. Нами совместно также выполнен рабочий проект реконструкции водно-шламовой схемы ОФ «Павлоградская» (г. Павлоград, Украина).

В настоящее время специалистами компании СЕТСО разработана высокоэффективная и экономичная технология для ОФ «Чегдомын» (ОАО «СУЭК»), перерабатывающей труднообогащаемые энергетические угли Ургальского месторождения. Недавно выполнен ТЭП обогатительной установки производительностью 2,5 млн т в год для коксующихся углей Элегестского месторождения (г. Кызыл, Тыва), выполняется проектирование ОФ «Виноградовская» ОАО «Кузбасская топливная компания» производительностью 6 млн т в год.

Одним из важнейших критериев оценки работы компании — разработчика технологии фабрики является достижение гарантийных технологических параметров фабрики после пуска и получение последних гарантийных платежей. Мы можем сообщить, что по всем контрактам компании СЕТСО и «Коралайна Инжиниринг» полностью выполнены все обязательства и в полном объеме получены гарантийные платежи.

**Сервисные услуги и обслуживание**

Сегодня SETCO предлагает гарантийное и послегарантийное обслуживание и наличие запасных частей для ремонта оборудования. С целью ускорения ремонтов импортного оборудования построен специализированный завод «Элемет» в г. Электрогорске Московской области. На заводе производится послепродажное обслуживание и лицензионный капремонт центрифуг «Decanter», а с 2004 г. действует программа обмена роторов для этих центрифуг. На заводе, имеющем современное оснащение, налажен лицензионный выпуск механических флотомашин объемом камер 14(16) м<sup>3</sup>, систем приготовления и дозирования флокулянтов, разрабатывается, собирается и тестируется электрическое оборудование, шкафы автоматического управления.



*Завод «Элемет» (г. Электрогорск, Московская обл.)*



В г. Мыски Кемеровской обл. организован обменный склад запасных частей и сервисный центр, позволяющий оперативно поставить запчасти для оборудования обогатительных фабрик Кузбасса.

На всех новых фабриках созданы благоприятные условия труда для технологического и ремонтного персонала, формируются условия повышенной безопасности производства, а замкнутое водоснабжение фабрик и отсутствие термической сушки предполагают минимальное вредное влияние на окружающую среду. Применение современных технологий и оборудования предполагает высокую производительность,



*Сервисный центр (г. Мыски, Кемеровская обл.)*

энерговооруженность труда и снижение эксплуатационных затрат по сравнению с фабриками, построенными в России в прошлом веке.

\*\*\*

Компании SETCO и «Коралайна Инжиниринг» тесно сотрудничают с производителями обогатительного оборудования и консультантами в области современных технологий не только в России, но и в Европе, США, Канаде, Австралии, Южной Африки. Мы постоянно отслеживаем появление новых передовых технологий и высокоэффективного оборудования с целью включения их в наши проекты.

В настоящее время имеется возможность выполнять не только технологические предложения и технико-экономические обоснования, но и проводить строительство обогатительных фабрик «под ключ». Это предполагает: анализ сырьевой базы, технологическое проектирование, выбор оборудования, организацию общестроительных работ, строительство инженерно-технических сетей, поставку и монтаж основного и нестандартного оборудования, поставку и монтаж электрической части и АСУ ТП, ввод комплекса в эксплуатацию и оптимизацию технологического процесса, обеспечение технологических гарантий, послепусковое техническое сопровождение объекта.

Наша успешная работа и лидирующее положение в угольной промышленности были бы невозможны без помощи наших партнеров — проектных институтов и угольных компаний, являющихся для нас заказчиками. Обычно они вместе с нами участвуют в разработке проектов фабрик, в их строительстве, а затем и в пуско-наладочных работах. Мы особенно благодарны рекомендациям и советам технологического и ремонтного персонала действующих фабрик по улучшению проектных решений. Наше тесное сотрудничество не только при строительстве, но и в дальнейшем в процессе эксплуатации построенных фабрик позволяет нам вносить коррективы в новые проекты с целью обеспечения их наилучшего качества и привлекательной цены. Необходимо отметить, что ни одного открытого тендера на поставку обогатительных комплексов для фабрик за последние 10 лет мы не проиграли.

***Накопленный нами за 15 лет работы опыт проектирования углеобогатительных фабрик, их строительства и послепускового сопровождения позволяет сформировать положительный потенциал успешного выполнения новых перспективных проектов, предполагающих развитие угольных регионов России и стран СНГ.***