

УДК 666.94

Мелентьева В.С., зам. директора по качеству,
ОАО «Подольский цемент»
ул. Хмельницкое шоссе, 1а, 32300,
г. Каменец-Подольский, Хмельницкая обл.,
тел. +38(03849) 9-01-90, e-mail: laborat@podcem.com.ua

CRH. НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ НА «ПОДОЛЬСКОМ ЦЕМЕНТЕ»

В результате проведенной на предприятии модернизации снижение энергопотребления привело к сокращению на 50 % выбросов CO₂, связанных с потреблением топлива. Кроме того, в результате внедрения проекта снизились выбросы за счет сокращения потребления электроэнергии при работе печи и сырьевой мельницы, а также благодаря меньшему потреблению природного газа для сушки угля.

Ключевые слова: клинкер, модернизация, обжиг, печь, помол, сырье, цемент.

ОАО «Подольский цемент» находится в одном из самых старинных и красивых городов Украины – Каменце –Подольском на территории национального заповедника «Подільські товтри».

Первая технологическая линия была пущена в работу в 1971 году. Затем постепенно вводились в работу еще пять технологических линий мокрого способа производства. Мощность завода составляла 3,7 млн тонн цемента в год. Новый этап в жизни завода начался в мае 1999 года, когда ирландская компания CRH выкупила более 76 % акций ОАО «Подольский цемент» и стала его основным собственником. С тех пор предприятие успешно развивается.

Таблица 1

Капитальные инвестиции за 2005 – 2012 годы: (в тыс. грн)

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
19010	118383	99254	215829	1065472	780504	784451	149208

В настоящее время CRH владеет 99.6 % акций «Подольского цемента». Благодаря постоянным инвестициям в новые технологии поддерживается динамичный темп развития производства. Первый шаг в строительстве нового завода европейского уровня был сделан в 2004 году, когда было принято решение о переходе на твердое топливо взамен газообразного. В рекордно сжатые сроки была изучена экологическая ситуация, сделаны экономические исследования, выбран оптимальный тип и параметры угля, изучены источники перспективных поставок угля и разработан проект.

В этом проекте были задействованы известные европейские фирмы: Gebr. Pfeiffer AG “Micropul”, “Hasler” – Германия, “Pflister” – Дания, “ABB” - Швейцария, “Tebodin” – Украина. Стоимость проекта – около 100 млн грн.

Введение в 2006 году в эксплуатацию «Угольного проекта» дало возможность снизить себестоимость цемента, повысить его конкурентоспособность. Только за первый год использование угля в качестве технологического топлива позволило сэкономить более 68 млн грн. Кроме этого, успешное внедрение этого проекта показало высокий профессионализм руководства и технических специалистов завода и укрепило веру руководства CRH в потенциал коллектива «Подольского цемента». Следствием этого стало принятое в декабре 2006 года решение о кардинальной реконструкции предприятия с переводом его на «сухой» способ производства.

Строительство новой технологической линии началось в 2007 г. на территории старого завода. В августе 2011 г. начались пуско-наладочные работы. В октябре 2011 г. президент Украины Виктор Янукович нажал символическую кнопку пуска завода.

Основное технологическое оборудование до цементной мельницы поставила фирма Polysius. Цементную мельницу - FLSmidth. Вспомогательное оборудование – BEDESCHI, AUBEMA, Scheuch, Schenck и др. В проекте участвовали “ABB” - Швейцария, “Tebodin” – Украина.

ОАО «Подольский цемент» - один из первых цементных заводов, который использовал все преимущества Киотского протокола. Это стало возможным, в частности, и потому, что Украина ввела порядок рассмотрения и одобрения ПСО (проекта совместного осуществления) на национальном уровне с января 2006 года. Ввод в эксплуатацию новой линии дал возможность сократить удельное энергопотребление с 1600 ккал/кг клинкера до 760 ккал/кг, что составляет более чем 50 %.

Снижение энергопотребления привело к сокращению выбросов CO₂. Выбросы от декарбонизации сырья не изменяются, однако выбросы, связанные с потреблением топлива, сокращены на 50 %. Кроме того, в результате внедрения проекта снизились выбросы за счет сокращения потребления электроэнергии при работе печи и сырьевой мельницы, а также благодаря меньшему потреблению природного газа для сушки угля.

По расчету фирмы Global Carbon, Нидерланды, которая участвует в проекте совместного осуществления, наше предприятие сможет продать 3 млн т CO₂ в качестве ЕСВ (единиц сокращения выбросов). В результате будет получен доход 70 млн евро, что составляет 27 % от вложенных инвестиций.

Технологический процесс

Сырье. Добыча и транспортировка. Основное сырье для производства цемента:

- известняк и мергель собственных карьеров Гуменецкого месторождения;
- глина Добровольского месторождения;
- вскрышные суглинки Негинского карьера

В качестве корректирующей добавки используем отходы металлургической промышленности (колошниковую пыль, руду и др.). С августа прошлого года с целью повышения алюминатного модуля в качестве корректирующей добавки используем кек глиноземистый.

Пуск новой линии позволил комплексно использовать сырье Колубаевского участка глин Гуменецкого месторождения. За 41 год работы завода по мокрому способу запасы суглинков и сарматских глин в этом карьере были исчерпаны. Запасы мергеля в этом карьере составляют 29,4 млн тонн. При «мокрой» технологии приготовления глиняного шлама в роторных мельницах и транспортировки его на площадку завода по трубопроводу использование мергеля было невозможным. При подготовке проекта новой линии были проведены дополнительные исследования физических и химических свойств мергеля. По результатам исследований были рассчитаны различные варианты сырьевых смесей для сухого способа с использованием мергеля.

Основной задачей в процессе создания новой композиции сырья было:

- повысить силикатный модуль с 2,1 до 2,5
- понизить содержание C₃A в клинкере с 9 до 7,0 - 7,5 %

Нам удалось достичь этих результатов. Это дало нам возможность расширить ассортимент нашей продукции за счет производства цементов на основе клинкера нормированного состава (C₃A ≤ 8 %), а также производства цемента с высокой ранней прочностью.

Добыча известняка производится открытым способом с применением буро-взрывных работ. Затем известняк большегрузными самосвалами доставляется в дробильное отделение. Первичное дробление происходит в конусной дробилке до фракции 250-300 мм, вторичное – в молотковых дробилках до фракции 50- 80 мм.

Мергель с карьера глин автотранспортом доставляется на прибункерный склад конусных дробилок и с помощью фронтального погрузчика шихтуется с известняком в заданном соотношении. Смесь известняка и мергеля магистральными конвейерами длиной 5,5 км подается на площадку завода в новый склад известняка.

Склад представляет собой круговую смешивающую площадку накрытую куполом. Вместимость склада – 75200 т, метод укладки – CHEVCON, интенсивность укладки – 2000 т/ч, интенсивность усреднения – 700т/ч.

Глинистые компоненты на завод доставляются автотранспортом. С помощью пластинчатого

конвейера глина подается в двухвалковую дробилку, мощность которой 500 т/ч. Дробленая глина поступает в склад вместимостью 2х8000 т. Метод укладки – WINDROW, интенсивность укладки – 600 т/ч. Рядом со складом глины находится блок подачи корректирующих добавок.

Помол и транспортировка сырьевой муки. Смесь известняка с мергелем, глина и корректирующая добавка отдельными конвейерами поступают в блок дозирования. С блока дозирования шихта поступает в четырехвалковую вертикальную сырьевую мельницу QUADROPOL QMR 57/29-4 с вмонтированным динамическим сепаратором SEPOL-610-QMR мощностью 600 т/ч. Диаметр помольной тарели – 6690 мм; Одновременно в мельнице происходит сушка сырьевой смеси с использованием горячих газов от циклонного теплообменника и от охлаждения клинкера. При остановке печи для сушки используется газогенератор.

С сырьевой мельницы мука с помощью системы аэрожелобов, шнековых конвейеров и элеваторов транспортируется в тангенциальный силос гомогенизации высотой 54 м и внутренним диаметром 16 м. Вместимость силоса – 12000 т; поверхность/дно силоса аэрации – 57,4 м².

Обжиг и охлаждение клинкера. Из силоса гомогенизации мука ковшовым элеватором подается в циклонный теплообменник DOPOL. Система теплообменника состоит из четырех ступеней циклонов и декарбонизатора. Степень декарбонизации достигает 95 %. Декарбонизированное сырье отделяется от потока газов циклонами первого уровня и по желобу подается во вращающуюся печь.

Вращающаяся печь Ø5,4х82 м с ослабленным креплением бандажа и механическим зубчатым приводом вращается на трех опорах, уклон – 4 %, максимальная скорость вращения – 4,5 об/мин. Производительность печи – 7,5 тыс. т клинкера в сутки.

Выходящий из печи клинкер поступает в холодильник со статической решеткой POLYTRACK 10/4.0-2.0 W. Количество продольных модулей – 6, количество транспортирующих элементов – 10, тип привода – гидравлический. Затем клинкер подается в валковую дробилку для POLYTRACK 10/4.0-2.0 W, тип дробилки – 10/4. Температура клинкера после холодильника - 70°C.

Клинкер по конвейерной галерее ковшовым транспортером подается в клинкерный склад, который оборудован системой аспирации, уровнемерами и системами транспортеров подземной разгрузки. Вместимость склада – 115 тыс. т. Имеется также дополнительный клинкерный силос емкостью 2 тыс. т, который используется для погрузки товарного клинкера или для отбраковки некондиционного клинкера. Система клинкерных транспортеров позволяет транспортировать клинкер на новую вертикальную цементную мельницу и на старые шаровые цементные мельницы.

Помол цемента. Вертикальная цементная мельница FLSmith OK 39-4 производительностью 250 т/ч оснащена высокоэффективным динамическим сепаратором роторного типа с фиксированными заслонками ROKS 45.0. Компоненты цементной шихты загружаются в блок дозирования, откуда с помощью весовых дозаторов в заданной пропорции системой конвейеров подаются в мельницу. Система транспортирования материала в мельницу оснащена магнитным сепаратором, который отделяет металлические предметы от цементной шихты. Последняя лента конвейера перед выгрузкой материала в мельницу оснащена металлодетектором. На входе в мельницу смонтирована поворотная пневматическая заслонка для уменьшения подсоса воздуха. Шихта через желоб подается на середину помольного стола. Двигатель мельницы через главный зубчатый редуктор вращает помольную тарель и обеспечивает мощность, достаточную для надлежащего помола. Гидравлическая система для натяжной системы мельницы спроектирована так, чтобы во время запуска мельницы валки были подняты, а после начала подачи материала постепенно опускались. Это сделано для того, чтобы снизить пусковой вращательный момент мельницы и далее уменьшить жесткие движения валков во время пуска мельницы для удержания приложенного давления во время пуска мельницы, а также удержания его на постоянном уровне. Такая система дает возможность регулировать давление дистанционно с центрального пульта. Вертикальные усилия от валков и вес помольного стола поддерживаются упорными подшипниками скольжения привода и корпусом. Стопоры валков на мельнице позволяют избежать контакта

металла об металл между валками и помольным столом. Стопорное кольцо, установленное по краю помольного стола, обеспечивает достаточный слой материала на столе. После прохождения материала зоны помольных валков, он пересыпается через стопорное кольцо и входит в зону распылительного кольца. Воздух, который проходит через распылительное кольцо, переносит материал в сепаратор и возвращает определенную часть его на стол. Система рециркуляции состоит из конвейерной системы, которая выгружает возвращенный материал к материалу подачи в мельницу. Тонкость помола регулируется газовым потоком, проходящим через мельницу и скоростью вращения ротора сепаратора. Программы, которые установлены в системе управления, выполняют процедуру запуска и остановки агрегатов, которые разделены по группам. Контроль за дальнейшей работой выполняется автоматически путем постоянной проверки всех элементов. Непосредственные функции состоят из :

- ✓ установки распределителей скорости;
- ✓ установки давления для помола;
- ✓ команды для валков «вверх» или «вниз»
- ✓ блока для смазки валков жидкой смазкой, который автоматически запускается через

60 минут после команды «валки вниз»;

- ✓ установки на количество впрыскивания интенсификатора помола;
- ✓ выбор заданных значений автоматического регулирования, или, при работе в «ручном режиме», установка заслонки и количества подачи.

Цемент складировается в 16 силосов емкостью 4000 т каждый.

Для контроля технологического процесса используются три анализатора в потоке фирмы ТЕРМО ФИШЕР, которые установлены:

- ✓ на входе в склад смеси известняка и мергеля;
- ✓ на подаче глины в склад;
- ✓ перед входом сырьевой смеси в мельницу

По оптоволоконным кабелям данные по всем параметрам сводятся в единую систему и передаются на центральный пульт управления, рядом с которым расположена новая лаборатория. Планируется добавить с систему результаты контроля всех характеристик сырья, клинкера и цемента, а также физико-механических испытаний.

Контроль производства. Контроль состава сырьевых материалов, сырьевой муки и клинкера осуществляется на рентгенофлуоресцентном спектрометре со встроенным дифрактометрическим каналом OASIS 9900 фирмы ARL. Для подготовки проб методом прессования используются мельница и пресс фирмы HERZOG, Германия. Для подготовки плавленых образцов – автоматический прибор KATANAX, Канада. Гранулометрический состав сырьевой муки и цемента определяется с помощью лазерного гранулометра Malvern Mastersizer 2000, тонкость помола сырьевой муки - на воздушнотруйном ситовом аппарате ALPINE 200 LS-N Hosokawa. Контроль качества угля и качество угольной пыли после мельницы контролируются на приборах фирмы LECO (TGA, SC-144 , калориметр). Физико-механическая лаборатория оснащена современным оборудованием ведущих мировых фирм для контроля качества цемента на соответствие национальному и европейскому стандартам. Лаборатория аккредитована на компетентность в соответствии требований ДСТУ ISO/ IEC 17025:2006.

Полученный на новой линии цемент оправдал все наши ожидания. Это продукт нового уровня качества, имеющий высокие показатели по всем параметрам. В настоящее время мы проводим ряд исследований по изучению строительно-технических свойств полученного цемента.

Технологические решения. Ряд технологических решений и использование современного высокопроизводительного оборудования позволяют наиболее полно использовать имеющееся в карьерах сырье и более эффективно использовать энергетические ресурсы:

1. «Сухой» способ позволил в два раза снизить расход топлива на производство клинкера.
2. Высокоэффективное использование горячих газов: газы после первичного использования в печи и охлаждения клинкера, после дополнительного нагревания поступают в

кальцинатор и в теплообменник для начального подогрева сырья, а затем направляются в контур помола для сушки сырья.

3. Рециркуляция горячих газов: в каждом контуре помола горячие газы используются повторно после подмешивания определенного количества свежего воздуха, которое зависит от влажности сырья и условий технологического процесса.

4. Тепловая изоляция оборудования.

5. Управление технологическим процессом дает широкий спектр в регулировании мощностей с возможностью уменьшать количество потребления электроэнергии.

6. Использование двигателей с частотным регулированием для необходимых параметров для каждого процесса.

7. Использование угля в качестве более дешевого топлива. Технологическая возможность использования альтернативного топлива.

8. Оптимальная компактность технологического оборудования и сооружений, что позволяет более эффективно использовать энергетические ресурсы.

9. Процесс производства клинкера и цемента является безотходным. Все материалы в процессе работы отфильтровываются в циклонах и фильтрах и возвращаются в производство. Единственными отходами производства являются организованные источники выбросов обеспыленного газа. Благодаря установке современного аспирационного оборудования на бункерах и транспортных системах эмиссия пыли сведена до минимума.

10. Горелки для сжигания угольной пыли позволяют регулировать форму факела таким образом, чтобы использовать топливо наиболее эффективно.

Подготовка кадров. В течение 2010 – 2011г. интенсивно проводилась подготовка кадров для работы на новой технологической линии. Специалисты по автоматизации прошли обучение на фирме АВВ в Швейцарии, а затем стажировку на аналогичной линии завода Платина в Ирландии. Технологи, операторы центрального пульта управления и начальники смен прошли стажировку на цементном заводе в г. Ожаров, Польша. Непосредственно на заводе были организованы курсы переподготовки кадров с привлечением высококвалифицированных наших и иностранных специалистов. Этот процесс позволил выявить много образованных молодых людей, которые преданы своему делу и гордятся тем, что им доверено работать на самом современном цементном заводе Европы и Украины.

Стратегия в области качества. Один из главных приоритетов в стратегии нашего предприятия – совершенствование качества продукции. Принцип, которым мы руководствуемся в области качества: «Качество – это удовлетворение на самом предприятии и за его пределами». Поэтому политика совершенствования качества целиком направлена на наших клиентов. Подтверждением этому стало недавно принятое решение CRH о создании на «Подольском цементе» лаборатории по бетону, которая будет оснащена новейшим оборудованием для исследования строительно-технических свойств цемента. Это позволит нам не только продавать качественный цемент, но и помогать нашим потребителям использовать его с максимальной эффективностью.

Проведено много различных испытаний по оптимальному составу сырьевой смеси, целью которых было получить такой фазовый состав клинкера, который максимально удовлетворит наших потребителей. Огромная работа сделана по оптимизации обжига. Также проведен ряд исследований по подбору интенсификатора помола. В результате этих работ нам удалось поднять раннюю прочность цемента на 30-40 %, что очень важно для наших клиентов.

Совместно с заводом «Нешер цемент», Израиль, проведены глубокие исследования минералогии клинкера различными методами (XRF, XRD, плазменный анализатор, микроскопия и др.). Результаты этих исследований позволили сделать вывод о необходимых корректировках в режиме работы печи и сжигании топлива.

Планы на ближайшее будущее. Полученный первый опыт эксплуатации новой линии дал возможность оценить степень надежности оборудования, а также выявить «узкие места», над

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

которими продовжаємо працювати. Холодна зима і осадки показали необхідність будівництва укриття складу глини на прибункерній площадці, а також установки систем обігріву та обрушення проміжних бункерів сировини та добавок. В серпні 2012 року прийнято рішення про інвестування будівництва другого силосу гомогенізації ємністю 12000 т, що дозволить стабілізувати хімічний склад сировинної муки. Розглядається питання модернізації розгрузочної частини цементних силосів. Для збільшення фракції вапняку після вторинного дроблення в кар'єрі прийнято рішення замінити застарілу молоткову дробилку СМД 97-Б на сучасну валкову дробилку. Це дозволить оптимізувати роботу вертикальної сировинної мельниці.

Ми не зупиняємося на досягнутому. Ми продовжуємо вдосконалювати технологічний процес і контроль виробництва, щоб зробити нашу продукцію ще більш стабільною та надійною.

Таблиця 2

Ассортимент цементів ПАО «Подольський цемент»

№ п/п	Найменування цементу	Нормативні посилання	Назначення
1	Портландцемент марки 500 ПЦ І - 500	ДСТУ Б В.2.7-46-96:2010	Общестроительного назначения
2	Портландцемент марки 500 на основі клинкера нормированного складу ПЦ І - 500 - Н	ДСТУ Б В.2.7-46-96:2010	Для бетону дорожніх та аеродромних покриттів, ж/б напорних та безнапорних труб, залізобетонних шпал, мостових конструкцій, стовпів опори високовольтних ліній електропередачі, контактної мережі залізничного транспорту та освітлення з вмістом С ₂ А не більше 8 %
3	Портландцемент марки 500 з високою ранньою міцністю на основі клинкера нормированного складу ПЦ І - 500Р - Н	ДСТУ Б В.2.7-46-96:2010	Общестроительного назначения
4	Портландцемент з гранульованим доменним шлаком Ш від 6 до 20 % марки 500 ПЦ ІІ/ А-Ш - 500	ДСТУ Б В.2.7-46-96:2010	Общестроительного назначения
5	Портландцемент марки 400 ПЦ І - 400	ДСТУ Б В.2.7-46-96:2010	Общестроительного назначения
6	Портландцемент з гранульованим доменним шлаком Ш від 6 до 20 % марки 400 ПЦ ІІ/ А-Ш - 400	ДСТУ Б В.2.7-46-96:2010	Общестроительного назначения
7	Портландцемент з гранульованим доменним шлаком Ш від 6 до 20 % марки 400 на основі клинкера нормированного складу ПЦ ІІ/ А-Ш - 400-Н	ДСТУ Б В.2.7-46-96:2010	Для бетону дорожніх та аеродромних покриттів, ж/б напорних та безнапорних труб, залізобетонних шпал, мостових конструкцій, стовпів опори високовольтних ліній електропередачі, контактної мережі залізничного транспорту та освітлення з вмістом С ₂ А не більше 8 %
8	Портландцемент з гранульованим доменним шлаком Ш від 6 до 20 % марки 400 з високою ранньою міцністю ПЦ ІІ/ А-Ш - 400Р	ДСТУ Б В.2.7-46-96:2010	Общестроительного назначения
9	Сульфатостійкий портландцемент з мінеральними добавками марки 400 ССПЦ 400-Д20	ДСТУ Б В.2.7-85-99 (ГОСТ 22266-94)	Для виготовлення бетонних та ж/б конструкцій, що мають корозійну стійкість при впливі серед, агресивних по вмісту сульфатів
10	Портландцемент тампонажний злегчений для помірних температур ПЦТ ІІІ-Пол 5 - 100	ДСТУ Б В.2.7-86-99 (ГОСТ 26798.2-96)	Для закріплення нафтогазових скважин, з добавкою цеоліту та середньої щільністю 1,45 г/см ³

СРН. НОВА ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ НА «ПОДІЛЬСЬКИЙ ЦЕМЕНТ»

© Мелентьєва В.С.

У результаті проведеної на підприємстві модернізації зниження енергоспоживання призвело до скорочення на 50% викидів CO₂, пов'язаних зі споживанням палива. Крім того, в результаті впровадження проекту знизилася кількість викидів за рахунок скорочення споживання електроенергії при роботі печі і сировинних млинів, а також завдяки меншому споживанню природного газу для сушки вугілля.

Ключові слова: клинкер, модернізація, випал, піч, помел, сировина, цемент.

СРН. NEW TECHNOLOGY ON LINE «PODOLSKI CEMENT»

© Melenteva V.S.

As a result of the modernization of the enterprise is reducing energy consumption has led to a reduction of 50% in CO₂ emissions. related to fuel consumption. Furthermore, the introduction project emissions decreased by reducing the power consumption in the furnace and raw material mill, and due to less consumption of natural gas for drying coal.

Keywords: clinker, modernization, burning, oven, grinding, raw, cement.