

# КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В XXI ВЕКЕ

**Реферат.** В статье кратко анализируется состояние цементного производства и степень его соответствия современной экономике. По мнению авторов, техника и технология цемента, основанная на базе твердофазных процессов сегодня уже достигла предела своего совершенствования. Новым направлением развития науки, техники и технологии производства цемента могут являться работы на основе жидкого (расплав) состояния вещества, что подтверждено практическими результатами.

В начале XX века русским экономистом Кондрачевым Н.Д. сформулирована концепция развития человеческого общества в 40-50-ти летний период времени. (Теория больших циклов) [1].

Речь идет об организации деятельности общества на основе известных на данный период времени достижений науки и техники. (так, в начале XX века это паровая, электрическая машины, двигатель внутреннего сгорания и т.д.) В начале большого цикла вложения ресурсов в модернизацию техники дают ощутимый результат, в конце же цикла эффективность инвестиций резко снижается. Это актуально и для цементной промышленности, которая на сегодня достигла предела своего развития.

Действительно:

- Цементный завод сегодня характеризуется тем, что имеет большую единичную мощность, занимает значительные площади с развитой инфраструктурой; работает по сухому или мокрому способу производства клинкера, что с технологической точки зрения и критерия конкурентоспособности одно и то же (твердофазные реакции).

- Использование органического топлива обуславливает наличие в агрегатах высоких скоростей и больших масс циркуляций сырьевого материала, что

усложняет процессы получения качества готового продукта, приводит к значительной потере тепла и выбросов в атмосферу.

Тепловые потери при существующих технологиях составляют 30–50%. Причина – в несовершенстве, высоком динамизме тепловых агрегатов, в сложной, с учетом сочленения агрегатов, поэтапной термической обработке сырьевого компонента. Также высока сложность ремонта агрегатов, необходима частая замена футеровки, велики капитальные и эксплуатационные затраты.

Вместе с этим, ресурс органического топлива ограничен и составляет 50-80 лет, что приведет в том числе и к краху сырьевой экономики. Чтобы не оказаться под ее обломками, необходим в стратегическом плане новый надежный вид энергии. На наш взгляд, это – электрическая энергия, производство которой будет возрастать на основе новых прорывных технологий (атомная энергетика, термоядерный синтез, потенциал природных явлений использованный в начале XX века Н.Тесла).

- Значительна и экологическая нагрузка на окружающую среду.

Ведь экология – это не только выбросы в атмосферу, но и воздействие

на окружающий ландшафт. Вместе с этим, сегодня состояние такового, что количество отходов от деятельности человеческого общества, как промышленных, так и бытовых, сопоставимо с количеством произведенных готовых продуктов. Так, в России накоплено 50 млрд. тонн отходов, из них 25% - бытовые и 75% - промышленные, являющиеся в основном ценными видами сырья. А отсюда следует вывод, что для получения цементного сырья нет необходимости в его добыче в больших количествах существующими методами. Необходимо максимально использовать промышленные отходы, решая, тем самым, экологическую проблему исключая влияние на ландшафт местности.

- Вместе с этим, с учетом изменившихся условий должна быть скорректирована концепция производства и потребления цемента.

В связи с ростом потребности в качественной продукции возникает спрос на композитные и специальные виды цемента. Это предполагает, в том числе, и исключение влияния транспортной составляющей на качество продукта.

Возрастающие объемы потребления цемента требуют увеличения количества специальных видов транспортных средств, что в

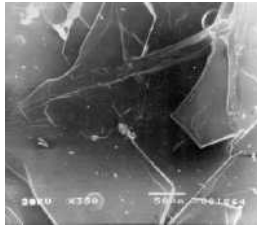


Рис 1 Микроструктура плавленных клинкеров. Состав ВГЦ  $CA_2+CA$  (ПК-1)



Рис 2 Микроструктура плавленных клинкеров.  $C_4AF$  (ПК-4)

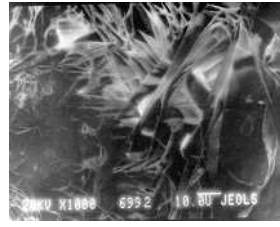


Рис 3 Микроструктура плавленных клинкеров.  $CA_2$  (ПК-2)

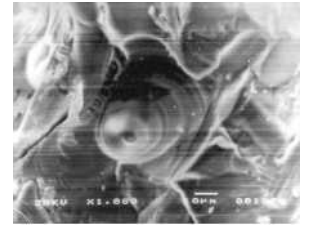


Рис 4 Микроструктура плавленных клинкеров.  $C_{12}A_7$  (ПК-3)

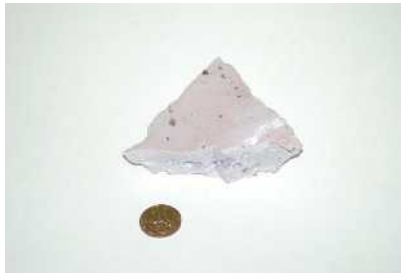


Рис 5. Клинкер высокоглиноземистый с оксидом циркония



Рис 6. Клинкер диалюминатный



Рис 7. Клинкер майенитовый



Рис 8. Высокоглиноземистый со стеклофазой

свою очередь обуславливает большие объемы инвестиций, а вместе с этим, технология строительства, особенно специальных видов работ, требует небольшого по объему количества спеццементов высокого качества, чего добиться в существующих условиях очень сложно.

Решение этой проблемы возможно на основе мини-заводов производительностью 0–30 тыс. т в год, расположенных на стройплощадках и получающих сырье в биг-бегах. Важно, что откорректированное на цементных заводах или сырьевых фабриках сырье, в основном состоящее из промышленных отходов, не требует специального вида транспорта и силосов хранения. Таким образом, производство цемента перемещается ближе к рынку, где более эффективно используется конечный продукт при уже решенных энергетических, инфраструктурных, социальных и кадровых вопросах.

Проблемные вопросы можно перечислять и далее, но возникает вопрос – в каком направлении должна развиваться техника и технология производства цемента в XXI веке? Для ответа на него необходимо обратить внимание на различные состояния вещества (твердое, жидкое, газообразное, плазма).

Понятно, что существующие технологии позволяют оперировать в основном с твердым состоянием вещества (твердофазные процессы), ресурс совершенствования которых уже исчерпан.

**Таким образом, для расширения горизонтов развития цементной науки и техники необходима работа с новым жидким состоянием вещества (расплав), которое и должно быть предметом наших исследований.**

Что из себя представляют силикаты и алюминаты в жидком состоянии известно [2], но реализация этой технологической задачи требует нового взгляда на технологическое оборудование, новых материалов, методов контроля протекающих процессов, методов управления. Следствие – получение готового продукта с новыми качественными показателями, при более эффективном производстве и экологии в целом.

Выше перечисленным требованиям может удовлетворить новая, безотходная, экологически чистая технология вяжущих и сопутствующих материалов на базе плазменного реактора-сепаратора. [3, 4].

Таблица 1

Промышленные отходы	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SO <sub>3</sub>	ппп
Катализаторы нефтехимические	-	-	75-85%	-	-	0,1-10%	0,5-5%
Шлаки цветной металлургии	17-30%	0,7-7,0%	55-75%	1,0-2,0%	3,0-6,0%	0,1-0,2%	0,1-1%
Шламы химводоочистки	35-45%	0,4-3,0%	0,2-3,0%	0,6-2,0%	1,0-3,0%	40-50%	2-9%
Шламы водоподготовки	0,5-5,0%	5,0-15%	15-45%	0,5-2,5%	0,1-0,5%	0,1-0,2%	35-55%
Шлаки металлургические	45-52%	35-45%	4,0-7,0%	0,1-0,5%	1,5-4,0%	0,2-0,8%	0,1-1%
Зола-унос	1,0-4,0%	45-55%	15-35%	3,0-9,0%	0,2-2,0%	0,1-0,5%	5,0-25%
«Хвосты» карьеров	0,3-1,5%	10-25%	40-50%	5,0-19%	0,5-2,5%	0,1-0,2%	12-18%



Рис 9. Клинкер высокоглиноземистый состав ВГЦ-1



Рис 10. Клинкер сульфалоомоферритный



Рис 11. Клинкер алюмоферритный



Рис 12. Клинкер глинозем-шпинелидный



Рис 13. Сплав ферровольфрамникель Fe – 36,4%, W-34,4%, Ni – 29,2%

Проведенные исследования показали конкурентоспособность данной технологии по всем выше перечисленным критериям.

Действительно, установка - стационарная, модульная с минимальными потерями энергии в окружающую среду, экологически чистая, позволяющая синтезировать вяжущее в расплаве, управление автоматическое. В ней применяется электроэнергия – самый технологичный, высокоэкологичный, автоматически управляемый вид энергии.

В качестве сырья в основном используются промышленные отходы:

- 1) с содержанием SiO<sub>2</sub> более 60%:
  - кислые металлургические шлаки;
  - каменноугольные золы и золы-уноса;
  - формовочные земли;
- 2) с содержанием CaO более 70%:
  - Шламы водоподготовки;
  - Шламы химводоочистки;
  - «Хвосты» карьеров и обогатительных фабрик;
  - Основные металлургические шлаки;
- 3) с содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> более 60%:
  - Шлаки цветной металлургии;
  - Шламы водоподготовки;

- Катализаторы нефтехимических производств;

Химический состав промышленных отходов представлен в таблице 1.

Приготовленные сырьевые смеси ПК-1 – ПК-6 (Таблица 2) были подвергнуты термической обработке в реакторе-сепараторе. В результате получены плавные клинкера, обладающие специальными свойствами. (Таблица 3). На рис. 1-4 представлены микроструктуры специальных клинкеров. (рис.1 (ПК-1) плавный высокоглиноземистый клинкер с крупными пластинками CA<sub>2</sub> и включениями зерен CA (состав CA<sub>2</sub> – 75%; CA – 25%); рис.2 (ПК-4) плавный клинкер с выраженными призмами браунмиллерита C<sub>4</sub>AF переменного состава; рис.3 (ПК-2) плавный клинкер с тонкими игольчатыми пластинками диалюмината кальция CA<sub>2</sub>; рис. 4 (ПК-3) плавный клинкер с четко выраженными округлыми зернами состава майенита C<sub>12</sub>A<sub>7</sub>). Образцы плавных клинкеров, с одновременно образовавшимися сплавами металлов, представлены соответственно на рис. (5-12) и рис.(13-14).

Таким образом, мы имеем возможность получать мономинеральные клинкеры составов CA<sub>2</sub>, C<sub>12</sub>A<sub>7</sub>, C<sub>4</sub>AF; C<sub>4</sub>(AF)<sub>3</sub>S; C<sub>2</sub>F, что совместно с модифицированными добавками должно стать основой для новых видов многокомпонентных модифицированных цементов.

Что касается получения цементов по плазменной технологии, то с целью снижения энергозатрат помол клинкеров в данном случае должен осуществляться уже на стадии эвакуации расплава из реактора-сепаратора, а также на этапе перехода расплава вещества в твердую фазу, что в свою очередь предполагает создание нового специального оборудования и новых технологий.

#### Выводы

1. Цементная промышленность в настоящее время не отвечает требованиям XXI века и нуждается в новом большом цикле развития.
2. Концепция производства и потребления цемента должна соответствовать современной экономике.
3. Прорыв в технике, науке и технологиях производства цемента возможен при синтезе вяжущего в новом жидком (расплав) состоянии вещества.

#### Литература:

1. Абалкин Л.И. «Россия – поиск самоопределения». М.: «Наука», РАН РФ, 2002.
2. Бутт Ю.М. «Химическая технология вяжущих материалов». М. «Высшая школа» 1980 г.
3. Бурлов Ю.А. и др. «Журнал цемент и его применение» № 1-2001 год, с.20-22. - «Новая безотходная, экологически чистая технология синтеза вяжущих и сопутствующих материалов с использованием отходов промышленности».
4. Бурлов Ю.А. и др., Патент № 2277598 «Плазменный реактор-сепаратор».

Таблица 2

Сырьевая смесь	Состав сырьевых смесей для получения плавных клинкеров					
	Мел	Глинозем	«Хвосты»	Катализатор	Окалина металлургическая	Шлам химводоочистка
ПК-1	40%	20%	-	40%	-	-
ПК-2	25%	15%	-	60%	-	-
ПК-3	55%	15%;	-	30%	-	-
ПК-4	60%	-	20%	10%	10%	-
ПК-5	75%	-	-	-	25%	-
ПК-6	60%	-	10%	10%	10%	10%

Таблица 3

Плавный клинкер	Минеральный состав плавных клинкеров						
	CA	CA <sub>2</sub>	C <sub>12</sub> A <sub>7</sub>	C <sub>4</sub> AF	C <sub>4</sub> (A,F) <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> F	C <sub>2</sub> S
ПК-1	25%	75%	-	-	-	-	-
ПК-2	5%	90%	-	-	-	-	-
ПК-3	5%	-	95%	-	-	-	-
ПК-4	-	-	-	90%	-	-	5%
ПК-5	-	-	-	-	-	95%	-
ПК-6	5%	-	5%	-	90%	-	-