

Выводы

Автоклавная обработка является самым энергоэффективным технологическим процессом производства ячеистого бетона.

Переброс пара в автоклавы, которые находятся на подъеме, утилизация тепловой энергии конденсата позволяет экономить до 30% тепловой энергии в производственных условиях ООО «Аэрок».

Повышение коэффициента конструктивного качества ячеистого бетона на ООО «Аэрок» и производство стеновых блоков плотностью 300–400 кг/м³ вместо 500–600 кг/м³ приводит к снижению паропрооницаемости ячеистого бетона и создает благоприятные условия к сокращению продолжительности режимов автоклавной обработки изделий и экономии энергетических ресурсов.

Вакуумирование автоклавов до повышения давления интенсифицирует прогрев изделий после сброса давления – ускоряет охлаждение изделий и приводит к снижению послеавтоклавной влажности до 10%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Червяков Ю.М. Ніздрюватий бетон – ефективний стіновий матеріал // Строительные материалы и изделия. – 2008. – №6(52). – С. 35–36.
2. Рудченко Д.Г. Строительство жилья в Украине в контексте увеличения производства ячеистого бетона // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Наук.-техн. збірн. – Вип. 41. 2011.– С. 122–128.
3. Мартыненко В.А. Производство газобетонных изделий автоклавного твердения в 2010 г. // Будівель-

ні матеріали, вироби та санітарна техніка. Наук.-техн. збірн. – Вип. 40. – 2011.– С. 122–128.

4. Горяйнов К.Э. Технология теплоизоляционных материалов и изделий // Стройиздат. – М., 1981. – С. 278.

5. Кузнецов Ю.Б. Производство изделий из автоклавных ячеистых бетонов // Бетон и железобетон. – 1974. – №12. – С. 4.

6. Рудченко Д.Г. Технология энергосбережения и экономии сырьевых материалов в производстве изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения на заводах АЕРОС // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – Наук.-техн.збірн. – Вип. 32. – 2009. – С. 97–102.

7. Горяйнов К.Э. Теплофизические процессы при автоклавной обработке крупноразмерных изделий из ячеистых бетонов // Бетон и железобетон. – 1959. – №2. – С. 7–8.

8. Эйрре А.Х. Автоклавная обработка газобетонных изделий с удалением воздуха до подъема давления / А.Х. Эйрре. Э.Г. Оямаа, Ф.П. Кивисельг, Р.К. Нылвак // Строительные материалы. – 1975. – №2. – С. 9–10.

9. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона СН 277-80. – Государственный комитет СССР по делам строительства Госстроя СССР.

10. Кривицкий М.Я. Ячеистые бетоны (технология, свойства и конструкции). – 2-е изд., пер.и доп. – М.: Стройиздат, 1972. – 135 с.

11. Белкин Я.М. Исследование температурных условий твердения силикатного бетона при автоклавной обработке известково-песчаных изделий // Сборн. трудов №20 РосНИИСМ. – М., 1961. – С. 62–69.

УДК 666.09.4

Торчинский А.И., научн. сотрудник;

Ляшко А.Ю., мл. научн. сотрудник;

Крячок Ю.Н., инженер, Институт газа НАН Украины, г. Киев;

Кострырко В.Т., директор;

Яковенко В.В., начальник цеха, ООО «Днепропетровский завод силикатных изделий», г. Днепропетровск

Дмитренко Н.Д., ст. научн. сотрудник, ГП «НИИСМИ», г. Киев

ИССЛЕДОВАНИЕ И НАЛАДКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ШАХТНОЙ ПЕЧИ № 4 ДНЕПРОПЕТРОВСКОГО ЗАВОДА СИЛИКАТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Для хорошо работающего теплового агрегата необходимы оптимальные конструктивные решения. Многие конструктивные решения разработаны и внедрены в практику промышленных печей и в течение их многолетней эксплуатации бесспорно показали себя с лучшей стороны. Игнорирование такими решениями приводит к ухудшению качества обжига, к повышенным удельным расходам топлива. К таким, проверенным практикой конструктивным решениям, относятся загрузочно-распределительные устройства шахтных печей, так как равномерное распределение известкового камня по поперечному сечению является решающим фактором для достижения наилучших теплотехнических показателей. Кроме того, шахтная печь, как и другой любой высокотемпературный тепловой агрегат, нуждается в герметизации и теплоизоляции своего рабочего пространства от окружающей атмосферы, что обеспечивает исключение утечек теплоты

из его рабочего пространства. Поэтому отсутствие на шахтной печи №4 Днепропетровского завода силикатных изделий загрузочного оборудования, включающего в себя устройство распределения известкового кускового материала и устройство герметизации печи (отсутствие второго колокола) во время загрузки является фактором, ухудшающим теплотехнические показатели шахтной печи.

Отсутствие герметизирующего устройства на печи (второго колокола) приводит к практически полному прекращению движения теплоносителя в рабочем пространстве шахтной печи и, таким образом, к отсутствию конвективной теплопередачи от продуктов сгорания к обжигаемому материалу. И чем больше производительность шахтной печи, тем больше время разгерметизации по отношению к герметичному состоянию, то есть видим очевидное ухудшение теплообмена между теплоносителем (продуктами

Табл. 1

Температура, °С											
	№№ горелки	1	2	3	4	5	6	7	8	Средняя на уровне	Средняя на печи
Печь №4	II-ярус, 2-й уровень	180	200	195	170	135	135	150	165	166	137
	II-ярус, 1-й уровень	150	180	175	190	165	160	175	170	170	
	I-ярус	90	80	90	85	40	40	90	90	75	
Печь №3	II-ярус, 2-й уровень	165	140	140	90	100	50	90	130	113	93
	II-ярус, 1-й уровень	190	140	140	100	130	80	90	150	127	
	I-ярус	40	45	35	45	50	45	40	30	41	

сгорания природного газа) и нагреваемым кусковым материалом (известью).

Отсутствие распределительного устройства приводит к сосредоточению мелкой фракции известняка в одной стороне шахтной печи. В эту часть печи продукты сгорания не попадают, нагревание мелкой фракции здесь происходит практически только путем теплопроводности от более нагретых кусков, которые находятся в другой части печи, где движутся продукты сгорания и интенсивно идет теплопередача от теплоносителя к кусковому материалу и конвекцией и излучением и теплопроводностью.

Также как в зоне обжига в объем печи, где сосредоточена мелкая фракция, не проходят продукты сгорания для нагрева и обжига, так и в зоне охлаждения в этот объем не проходит воздух для охлаждения. Поэтому в печах без распределительного устройства часто имеются проблемы с охлаждением извести, а также в них практически невозможно организовать сжигание природного газа при помощи центрального сопла-керн, находящегося на воздухоохлаждаемой балке, так как неохлаждаемая мелкая фракция является источником зажигания природного газа (в присутствии воздуха, находящегося в зоне охлаждения), истекающего из сопла-керн; она же при этом быстро нагревается и создает повышенную опасность целостности самой воздухоохлаждаемой балке.

По запросу Днепропетровского завода силикатных изделий Институтом газа Национальной академии наук Украины совместно со специалистами завода были выполнены исследования теплотехнических параметров эксплуатации шахтной печи №4 с целью их улучшения.

В первую очередь было обращено внимание на исследования возможных потерь теплоты, которые вероятнее всего могли повлиять на эффективность процесса обжига. Исследования выполнены по косвенным показателям через измерение следующих параметров:

1. Измерения температуры наружной футеровки шахтной печи.

2. Измерения химического состава компонентов продуктов сгорания, покидающих шахтную печь.

Измерения температуры наружной футеровки шахтной печи

Измерения температуры наружной футеровки выполнено бесконтактным пирометром АХ 6500 с диапазоном измерения температур от – 50 °С до 1600 °С. Для сравнительного анализа измерения выполнены на первом и втором ярусе шахтной печи № 3 и № 4. На каждом ярусе печи измерения выполнены в следующих местах: на первом ярусе – на уровне 0,2 м ниже площадки между первым и вторым ярусом; на втором ярусе: первый уровень – на расстоянии 0,7 м от уровня расположения газогорелочных устройств, второй уровень – на расстоянии 0,2 м ниже площадки между вторым и третьим ярусом шахтной печи. Результаты измерений температуры сведены в таблице 1.

Соотношение средних температур на рассматриваемых печах составляет: печь № 4 / печь № 3 = 137 / 93 = 1,47. Указанное соотношение характерно не только для средней по печи температуре на вышерассматриваемых уровнях, но и для всех других уровней в сопоставляемых печах. Таким образом, из таблицы видно, что на печи №4 теплотери в 1,47 раза выше, чем на печи № 3. Такое положение, когда температура наружной футеровки шахтной печи № 4 выше, чем печи № 3, а температура уходящих газов печи №4 меньше, чем печи №3 – может быть характерно в следующих случаях:

1) При равном разрежении перед дымососом и одинаковой фракции известняка на печах теплоизоляции на печи № 4 хуже, чем на печи №3.

2) При одинаковой фракции известняка и одинаковой теплоизоляции на печах разрежение перед дымососом на печи № 4 существенно меньше, чем на печи №3.

3) Теплоизоляция и разрежение на печах равное, а в печь № 4 поступает фракция меньше, чем на печь №3.

Так как разрежение перед дымососом на рассматриваемых печах в период исследований отличались не существенно и в обе печи поступали практически одинаковые фракции известняка, можно сделать вывод о том, что теплоизоляция на печи № 4 хуже, чем на печи №3. В связи с этим теплотери в атмосферу через

наружную поверхность корпуса печи №4 значительно выше, чем на печи №3. В связи с потерей теплоты через корпус печи теряется температурный потенциал теплоносителя (продуктов сгорания) и температура уходящих продуктов сгорания печи №4 меньше, чем печи №3 (соответственно 140 °С и 170 °С).

Измерения химического состава компонентов продуктов сгорания, покидающих шахтную печь

Измерения химического состава уходящих из печи продуктов сгорания были выполнены автоматическим газоанализатором «Testo-33», заводской №11042179521, изготовитель – фирма «TESTO AG» Германия. Точка измерения находилась в общем трубопроводе в двух метрах от места стыковки трубопроводов отвода продуктов сгорания из левой и правой части шахтной печи. В этой же точке измерялось разрежение также автоматическим газоанализатором «Testo-33». Все измерения сведены в таблицу 2.

Измерения химического состава уходящих из печи продуктов сгорания

Исследования начали с фотографии существующего состояния процесса сжигания природного газа на печи № 3 и № 4. Видно, что недожег природного газа на печи №4 (см. режим 1 и 2) значительно больше, чем на печи № 3 (см. режим 3 и 4)– соответственно 3221÷3065 – 2121÷1800 ppm, коэффициент избытка воздуха α – соответственно 3,22÷3,22 – 2,71÷2,9. При этом температура уходящих газов соответственно равна 141,7÷138,9°С – 167,2÷163,3°С. Поэтому в дальнейшем на печи № 4 начали планомерно проводить мероприятия, направленные на улучшение процесса сжигания природного газа.

Компоненты недожога природного газа могут образовываться при недостаточном смешении газа с воздухом или при недостаточном количестве окислителя (воздуха). Так как анализ продуктов сгорания показывает, что воздуха в печи избыточное количество (высокие значения α), то остается версия о недостаточном смешении газа с воздухом.

Поэтому первый шаг был сделан следующий: на инжекционных горелках второго яруса были открыты шайбы для инжектирования первичного воздуха в струю газа для улучшения смешения природного газа с окислителем-воздухом. Замеры химического состава компонентов продуктов сгорания при указан-

ном конструктивном параметре показал, что недожег природного газа значительно снизился – 1240 ppm (см. режим 5).

Вторым шагом было опробовано влияние на процесс сжигания подачи воздуха в инжекционные горелки первого яруса путем открытия шайб на них. Оказалось, что это не улучшило сжигание природного газа, так как показатели химического недожога в составе компонентов продуктов сгорания не уменьшились. Поэтому положение шайб на горелках первого яруса было возвращено в первоначальное положение.

Следует отметить, что добавление воздуха в инжекционные горелки приводит к опасности повышения температуры в области горелки и спекания известняка здесь. Однако, на втором ярусе эта опасность намного меньше, чем на первом ярусе.

Третий шаг: еще больше открыли шайбы на инжекционных горелках второго яруса – при этом недожег природного газа еще больше снизился – 1050 ppm (см. режим 6). Интересно то, что при смешении природного газа с воздухом путем инжектирования последнего в горелку стал понижаться коэффициент избытка воздуха в целом по печи и увеличиваться температура уходящих продуктов сгорания, что говорит о правильном направлении интенсификации процесса сжигания.

Четвертый шаг: уменьшили разрежение на дымососе. Сразу стало видно, что этот шаг привел к резкому увеличению химического недожога природного газа – 2156 ppm (см. режим 7).

Пятый шаг: в связи с тем, что в исследованиях, выполненных в предыдущем шаге, ухудшился процесс сжигания, стали увеличивать разрежение по отношению к тому, которое было приведено в шаге № 1 и 3. При этом параметры недожога уменьшились и стали минимальными по отношению ко всем предыдущим измерениям (см. режим 8).

Шестой шаг: еще больше увеличили разрежение на дымососе. При этом получили еще меньшие значения недожога природного газа. Однако в связи с тем, что при этом стал увеличиваться коэффициент избытка воздуха (см. режим 9), было принято решение, что оптимальным следует считать разрежение 2650–2700 мм вод. ст., которое было зафиксировано в пятом шаге исследований (режим 8).

Табл. 2

Режим №	Ш.П. №	°С	O ₂ , %	CO ₂ , %	α	CO, ppm	CO, ppm при $\alpha=1$	NO, ppm
1	4	141,7	14,4	3,7	3,22	3221	10372	28
2	4	138,9	14,5	3,7	3,22	3065	9869	30
3	3	167,2	13,2	4,4	2,71	2121	5748	24
4	3	163,3	13,9	4,0	2,98	1800	5364	25
5	4	144,2	14,9	3,5	3,40	1248	4243	36
6	4	147,9	15,2	3,3	3,61	1058	3819	29
7	4	149,8	14,4	3,7	3,22	2156	6942	29
8	4	151,9	15,2	3,3	3,61	900	3249	33
9	4	150,0	15,3	3,2	3,72	787	2928	32

Температура уходящих продуктов сгорания при этом увеличилась практически на 10 °С – со 140 °С (см. режим 1, 2) до 150 °С (см. режим 8 и 9).

Кроме того, было замечено, что при измерении температуры наружной футеровки на втором ярусе шахтной печи температура посередине между горелками всегда примерно на 5–6 °С меньше, чем над горелками. Следует предположить, что и на внутренней поверхности по периметру шахтной печи распределение температуры носит такой же характер с максимумом над горелками и с минимумом между горелками. Для исключения этой неравномерности распределения температур было рекомендовано на втором ярусе шахтной печи между существующими горелками (и вместо существующих) установить дополнительные горелки новой конструкции (инжекционного типа) с давлениями природного газа $P_r = 0,45 \text{ кг/см}^2$ (указанное давление значительно больше, чем в ранее установленных). Это продиктовано тем, что улучшение смешения природного газа с воздухом на горелках второго яруса (установлено в период вышеприведенных исследований) приводит к очевидному улучшению полноты сжигания природного. Давление природного газа, подаваемое на горелку, определяет скорость истекающей газовой струи и лучшее смешение природного газа с воздухом.

Выводы и предложения.

1. На шахтной печи № 4 неравномерность распределения известкового камня по поперечному сечению печи приводит к перекошу теплового режима по поперечному сечению печи, ухудшению прохождения газа и окислителя-воздуха по шахте печи, а также обуславливает недожог природного газа, определяемый через повышенное содержание окислов углерода CO в уходящих продуктах сгорания. Поэтому в первую очередь на шахтной печи необходимо установить распределительное устройство, а также установить второй колокол, что позволит улучшить равномерность обжига и интенсифицировать его, а также улучшить полноту сгорания природного газа.

2. На втором ярусе шахтной печи № 4 рекомендуется установить инжекционные горелки новой конструкции и установить ориентировочно следующие давления природного газа на горелках: первый ярус (где остаются старые горелки) – $P_r = 0,1 \text{ кг/см}^2$; второй ярус (где устанавливаются новые горелки) – $P_r = 0,45 \text{ кг/см}^2$.

3. Так как даже незначительное ухудшение процесса сжигания природного газа приводит к его значительному перерасходу, рекомендуется один раз в квартал приглашать специализированную организацию для наладки режимов сжигания природного газа на шахтных печах.

УДК 666.9.043.2; 691.5

Пушкарьова К.К., доктор техн. наук, профессор;

Гончар О.А., канд. техн. наук, доцент;

Борисова А.І., асистент, Київський національний університет будівництва і архітектури;

Ейне І. А., канд. техн. наук, ТОВ «СІОПОР Україна», м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЛУЖНИХ АЛЮМОСИЛІКАТНИХ КОМПОЗИЦІЙ ТА СІОПОРУ

Проблеми енергозбереження, актуальні сьогодні як ніколи, обумовлюють появу на ринку будівельних матеріалів нових розробок, пов'язаних зі створенням ефективних теплоізоляційних матеріалів. Одним з таких матеріалів, який зарекомендував себе як ефективний теплоізоляційний, негорючий, екологічно чистий матеріал із звукоізоляційними властивостями, є сіопор – легкий штучний заповнювач у вигляді піску чи щебеню, отриманий на основі кремнеземистої сировини та луѓу. Галузі застосування його досить широкі: це можуть бути легкі бетони, мурувальні розчини та штукатурки, тепло- та звукоізоляційні засипки. Сіопор можна також використовувати як сорбент при збиранні нафтопродуктів з поверхні води та ґрунту, він може бути використаний для виготовлення ефективних високотемпературних утеплювачів у вигляді плит та/або шаралуп для теплоізоляції трубопроводів і промислового обладнання.

Високі технічні характеристики такого заповнювача, а також особливості хімічного складу дозволяють висунути гіпотезу щодо можливості застосування його як заповнювача для виготовлення теплоізоляційних матеріалів

на основі алюмосилікатних зв'язуючих композицій, що розроблені в Державному науково-дослідному інституті в'язуючих матеріалів ім. В.Д. Глуховського [1–4].

Метою даної роботи було встановлення можливості отримання ефективних теплоізоляційних матеріалів на

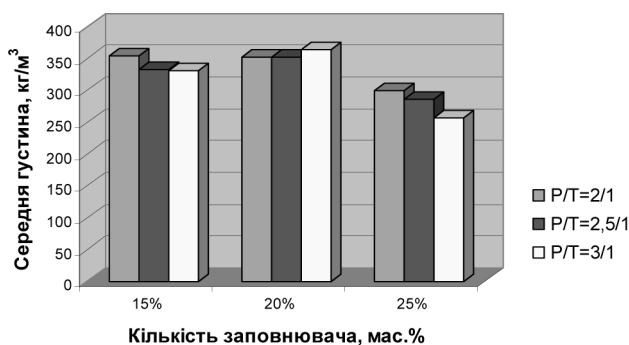


Рис. 1. Вплив розчино-твердого відношення сумішей на середню густину отриманих теплоізоляційних матеріалів на основі сіопору та лужних алюмосилікатних композицій складу $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ (температура термообробки 300 °С)