

**Бондаренко Ю.А., д-р техн. наук, проф.,
Федоренко М.А., д-р техн. наук, проф.,
Маркова О.В., аспирант,
Антонов С.И., аспирант**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА НЕКОТОРЫХ УЗЛОВ ВРАЩАЮЩИХСЯ ЦЕМЕНТНЫХ ПЕЧЕЙ И ИХ МОДЕРНИЗАЦИЯ

siantonov88@mail.ru

В статье рассмотрены различные технологии ремонта узлов вращающихся цементных печей и их модернизация, без демонтажа узлов, в условиях эксплуатации. Определена проблема необходимости разработки новых принципов организации технического обслуживания и ремонта цементных печей, которые позволят не только восстанавливать утраченную работоспособность, но и значительно повысить эффективность их эксплуатации, за счет увеличения межремонтного периода и сокращения времени простоев в ремонте, а также путем модернизации увеличить производительность и надежность.

Ключевые слова: вращающиеся цементные печи, восстановление работоспособности, повышение эффективности эксплуатации.

Введение. Цементная промышленность является одной из базовых отраслей, производящих строительные материалы. На сегодняшний день в России существует около 60 цементных заводов, многие из которых были построены до 1980 года и оснащены технологически устаревшим оборудованием. Несмотря на эти негативные факторы, производство цемента выросло в первом полугодии 2014 года по сравнению с первым полугодием 2013 года примерно на 6%. Исследование цементного рынка приказывает, что в последующие годы этот рост продолжится.

Основным сырьем для производства цемента служат следующие компоненты: глина и известняк, которые в процессе производства смешиваются и обжигаются во вращающихся цементных печах. Основными ремонтными узлами вращающихся цементных печей являются корпус печи, роликкоопоры и бандажи, гидроупоры с роликами, венцовая и подвенцовая шестерни, привод печи, теплообменные устройства, холодильник и др.

Если рассмотреть оценку работоспособности вращающихся цементных печей [1, 2], эксплуатируемых на цементных заводах, то она основывается на основе единства и связи следующих положений: цементную печь следует рассматривать поэлементно, как совокупность взаимосвязанных деталей и узлов, обеспечивающих способность агрегата выполнять свои установленные функции; детали, узлы, агрегаты, уплотнения и другие элементы, входящие в цементную печь, имеют различные сроки службы и показатели надежности; работоспособность цементной печи неразрывно связана с условиями эксплуатации и не должна исследоваться обособленно друг от друга.

Под работоспособностью цементной печи понимают состояние, при котором она способна выполнять установленные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, приведенных в нормативной документации. Следовательно, на отклонение заданных параметров цементной печи влияет отказ или неисправность любого из узлов, входящих в нее, даже в том случае, если его наличие не влечет за собой остановку печи.

Основная часть. При проведении ремонтов и восстановления работоспособности цементных печей выполняют ремонт различных вспомогательных механизмов и агрегатов, например, холодильников, грануляторов, рекуператоров; уплотнений загрузочных и разгрузочных концов печи, угольных и шламовых питателей, дымососов, системы охлаждения и др. При существенном износе этого оборудования его не восстанавливают на месте эксплуатации и производят замену.

Например, такие вспомогательные механизмы, как уплотнительные устройства устанавливаются на загрузочном и разгрузочном концах вращающейся цементной печи. Основная цель их применения - предотвращение подсосов наружного воздуха в печь, через зазоры, которые образованы из-за неточности установки печи, ее перемещения вдоль оси, радиального биения, тепловой деформации и других негативных факторов. Установка уплотнений - один из наиболее распространенных способов уменьшения расхода топлива.

Появление зазора создает возможность подсоса наружного воздуха, в результате чего объем газа увеличивается, дымососы не успевают выбрасывать газы из печи и она «запирается», и на горячем конце печи, через зазоры про-

исходит выброс горячих газов и пыли, что приводит к нарушению технологического процесса. Корпус печи при эксплуатации смещается, удлиняется или укорачивается в зависимости от степени нагрева; вращение периферийных участков корпуса часто сопровождается «биением» из-за прогибов, полученных при монтаже или образующихся вследствие неравномерного нагрева при работе. На детали уплотнения действует высокая температура, и они подвергаются сильному запылению. В случае выхода из строя уплотнения цементной печи это не приведет к прекращению ее эксплуатации, но значительно повлияет на работоспособность из-за нарушения теплового режима, в связи с вовлечением наружного воздуха в печь, и увеличением объема газа на нагрев этого воздуха. Целесообразность ремонта и модернизации отдельных узлов цементной вращающейся печи обусловлена экономией трудовых и материальных затрат.



Рис. 1. Уплотнительное устройство

При ремонте привода печи проводят восстановление работоспособности редуктора подвенцовой и венцовой шестерен. Венцовую и подвенцовую шестерни заменяют при износе зубьев более 30 %. Если износ зубьев не превышает по длине зубьев – 20 %, а по высоте – 30 %, целесообразно проводить восстановление. Анализ существующих методов восстановления работоспособности деталей показывает, что большинство поврежденных поверхностей могут быть не только восстановлены в полном соответствии с требованиями служебного назначения детали, а также можно увеличить их ресурс, повышая механические характеристики. Таким образом, при выборе способа восстановления работоспособности изделий следует учитывать не только затраты на ремонт, но также и дополнительный положительный эффект, получаемый в результате повышения работоспособности и долговечности восстановленного изделия. Известно, что плавная работа зубчатой передачи может быть обеспечена только при постоянном передаточном отношении, но из-за погрешностей изготовления и погрешностей, связанных с эксплуатацией, например, деформацией зубьев величина передаточного числа в каждый момент времени не остается постоянной, отрицательное влияние оказывают динами-

ческие нагрузки - удары. Деформация зубчатых колес в процессе работы, а так же неточности изготовления приводят к неравномерности распределения нагрузки по ширине зубчатого венца, оси зубчатых колес при их повороте образуют угол перекаса. В результате этого интенсивность разрушений растет с увеличением величины напряжений в месте соприкосновения зубьев. Восстановление шестерен в основном проводится по двум технологиям: изготовление зубьев и ремонт наплавкой изношенной части профиля зуба. При восстановлении работоспособности подвенцовой и венцовой шестерен их часто наплавляют, не применяя в качестве наплавочного материала, например, порошковую проволоку. Покрытия, полученные наплавкой, характеризуются высоким качеством, отсутствием пор, высокими значениями модуля упругости и прочности на разрыв. Технологический процесс восстановления ремонтной наплавкой зубьев детали включает три основных этапа: подготовка под наплавку, наплавка, механическая обработка и контроль. При ремонте необходимо правильно установить шестерню. Венцовую шестерню устанавливают таким образом, чтобы ее ось совпала с продольной осью бандажей, и радиальное и осевое биение шестерни было не более 0,08 модуля. Механическую обработку можно проводить на разработанном приставном зубофрезерном станке, который позволяет обеспечить точность обработки профиля зуба не зависимо от размерности модуля и диаметра зубчатого колеса, на месте эксплуатации цементной печи. При этом сокращается трудоемкость и сроки простоя оборудования в ремонте. Станок содержит корпус с механизмами продольного перемещения и вращения фрезы. Корпус станка выставляется при установке относительно обрабатываемой поверхности зуба регулируемыми опорами и фрезой и закрепляется на зубчатом колесе. Выверка правильности установки станка относительно обрабатываемой поверхности зуба производится пробным проходом фрезы по длине зуба. Фреза получает вращение от механизма вращения фрезы, а перемещение вдоль обрабатываемой поверхности зуба – от механизма продольного перемещения. При обработке обеспечивается высокая точность профиля зуба, точность его расположения, шероховатость поверхности. Станок позволяет обрабатывать поверхности наплавленных и вставных зубьев различной длины, модуля и диаметра зубчатого колеса. на месте их эксплуатации, т.е. без демонтажа с цементной печи. Время ремонта сокращается, уменьшаются затраты и простой оборудования, что приводит к снижению себестоимости.



Рис. 2. Привод печи

На цементных заводах применяются печи с рекуператорными холодильниками (рис. 3). Во время ремонта цементных печей, как правило, рекуператорные холодильники заменяют новыми или отремонтированными, а на месте эксплуатации их ремонтируют при небольших повреждениях. Повышение надежности работы оборудования производится в основном заменой

деталей и узлов. Однако, крупные узлы, например рекуператоры, восстанавливают путем ремонтов, что также влечет за собой длительный простой вращающейся печи. При ремонте рекуператоров следят за надежностью крепления барабанов к корпусу печи, качеством уплотнения футеровки, укладки внутренних броневых плит и огнеупорной футеровки.



Рис. 3. Печь с рекуператорными холодильниками

Эти печи по конструктивному исполнению более сложные, чем печи с колосниковыми холодильниками, но менее громоздкие (колосниковые холодильники дорогие и занимают большое помещение) и дешевле в изготовлении [3]. Основным недостатком печей с рекуператорами является то, что невозможно регулировать количество и качество поступающего воздуха через рекуператоры в печь, поэтому в процессе эксплуатации возникают прогары и трещины рекуператоров. Замена потерявшего работоспособность рекуператора является продолжительным и дорогостоящим процессом. Техническое состояние печей с рекуператорами часто не удовлетворяет требованиям эксплуатации. Поэтому

модернизация печей путем установки новых рекуператоров, обеспечивающих соблюдение технологического процесса обжига клинкера при увеличении его выпуска, а так же частичное расширение корпуса печи является актуальной.

Восстановление работоспособности цементных печей путем проведения ремонтов заканчивается их футеровкой, обкаткой печи в холодном состоянии на медленном ходу, а затем с постепенным переходом на рабочее число оборотов. В процессе обкатки печи проверяют ее техническое состояние и выявленные изъяны устраняют. После розжига на протяжении двух суток осуществляется наблюдение за работой

печи и ее узлов, а затем печь сдается в эксплуатацию.

Одним из основных технологических требований для данного оборудования является обеспечение и сохранение пространственного положения оси вращения печи, и совпадение теоретической оси вращения с эксплуатационной в течении всего периода его работы. Эксплуатационная ось вращения должна быть параллельной осям вращения остальных узлов и агрегатов, вращающихся синхронно с ней. В процессе эксплуатации печи происходит искривление оси вращения корпуса, в результате чего возникают колебания и вибрации не только корпуса печи, но и всей конструкции и бетонных опор, что приводит к разрушению футеровки, и длительным простоям печи в ремонте. Искривление оси вращения происходит как следствие неправильной установки роликоопор, бандажей и температурных перепадов внутри печи [4]. Корпус легко подвергается деформациям, в связи с тем, что толщина обечайки находится в пределах до 100 мм при больших длине (до 230 м) и диаметре (до 7 м) цементной печи, Установка корпуса на ось занимает длительное время и требует высокой квалификации специалистов.

Выводы. Эти проблемы можно решить путем установки печи на ось в горячем состоянии. Следовательно, возникает необходимость разработки новых принципов организации технического обслуживания и ремонта цементных печей, которые позволят не только восстанавливать утраченную работоспособность, но и значительно повысить эффективность их эксплуатации, за счет увеличения межремонтного периода и сокращения времени простоев в ремонте, а также путем модернизации увеличить производительность и надежность [5].

Для решения проблемы организации качественного ремонта цементных печей и повышения эффективности их работы, требуется разработка технологических основ проектирования высокоэффективных комплексных ремонтных технологий для восстановления точности и работоспособности деталей механизмов оборудования при систематической оценке его технического состояния [6]. Это возможно реализовать на основе комплексного решения следующих технологических задач: выявление причин и характера формирования отклонений, вызывающих снижение работоспособности цементных печей на основе раскрытия структуры пространственных размерных связей в исполнительных механизмах оборудования; выявление и исследование возможных технологических методов эффективного восстановления требуемой точно-

сти пространственного положения исполнительных механизмов и разработка оптимальных монтажно-сборочных технологий, обеспечивающих выполнение необходимых регулировочных и профилактических работ; разработка и исследование эффективных методов систематического мониторинга технологического состояния узлов оборудования, основанных на применении средств компьютерной вибродиагностики; выявление характерных диагностических точек на основных механизмах цементных печей, обеспечивающих получение достоверной информации о формировании возникающих отклонений от требований эксплуатации, что позволяет своевременно принять превентивные меры для исключения аварийной ситуации; разработка высокоэффективных технологических процессов восстановления работоспособности изделий; разработка методики проектирования эффективных технологий восстановления работоспособности и дополнительного упрочнения изношенных базовых поверхностей изделий; разработка новых форм организации технического обслуживания и ремонта оборудования, основанных на применении современных диагностических методов систематической оценки его технического состояния и применении эффективных ремонтных технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондаренко Ю.А. Технологические методы и способы восстановления работоспособности крупногабаритного промышленного оборудования без его демонтажа приставными станочными модулями. Белгород: Изд-во БГТУ. 2011. 231 с.
2. Горский В.Г. Планирование промышленных экспериментов (модели динамики). М.: Металлургия. 1978. 112 С.
3. Бондаренко Ю.А., Федоренко М.А., Санина Т.М., Афонин В.Г., Антонов С.И. Система устранения выброса пыли в атмосферу // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №2. С. 67-68.
4. Патент на полезную модель № 2011112925/02, 04.04.2011. Дуганов В.Я., Маслова И.В., Хуртасенко А.В. Способ обеспечения прямолинейности оси вращающейся печи // Патент России № 2468322.2011.
5. Маслова И.В., Лозовая С.Ю., Чепчуров М.С. Дистанционная диагностика состояния опорных деталей сушильных барабанов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2013. Т. 19. № 3. С. 653-658.

6. Патент на полезную модель № 2010138151/02, 14.09.2010. Маслова И.В., Погонин Д.А., Хуртасенко А.В., Чепчуров М.С. Ста-

ночный модуль для восстановительной обработки бандажей и роликов // Патент России № 101952.2010.

Bondarenko U.A., Fedorenko M.A., Markova O.V., Antonov S.I.

TECHNOLOGY REPAIR SOME NODES ROTARY CEMENT KILNS AND THEIR MODERNIZATION

The article describes the various repair technology nodes rotary cement kilns and their modernization without removing the nodes in operating conditions. Identified a need for the development of new principles of organization of maintenance and repair cement kilns, which will not only restore the lost performance, but also significantly improve the efficiency of their operation, by increasing the turnaround time and reduce downtime in the repair, as well as by upgrading to increase performance and reliability.

Key words: rotary cement kiln, recovery, efficiency of operation.