

УДК 620.92.002.68

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ОТХОДОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ТЕПЛО-ВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Мясникович В. В., Левков К. Л.
Научный руководитель – Романюк В.Н.

Основным стеновым материалом являются стеновые блоки из ячеистого бетона, объемы производства которого непрерывно растут. Республика Беларусь является мировым лидером по производству ячеистого бетона, на 1000 жителей ежегодно приходится 290-310 м³ изделий из ячеистого бетона — первое место в Европе. По объемам производства наша страна занимает третье место в Европе после России и Польши [1]. В Республике Беларусь более десятка предприятий – производителей ячеистого бетона. Теплотехнология производства автоклавного ячеистого бетона предполагает использование в технологии молотых сырьевых материалов, при автоклавной обработке которых образуются новые соединения. Тепло-влажностная обработка (ТВО) ячеистого бетона обычно проводится при давлении пара 10-13 ата и состоит из ряда операций:

- 1) подъем давления (осуществляется плавное заполнение автоклава паром, длительность процесса 1,5-2,5 часа);
- 2) изотермическая выдержка (процесс проходит при постоянном давлении, ввиду чего в автоклав продолжает поступать пар, компенсируя потери давления из-за конденсации пара в самом автоклаве; длительность процесса ≈ 6 часов);
- 3) сброс давления (осуществляется за счет сброса пара, длительность процесса 1,5-2,5 часа) [1].

Так, все вышеперечисленные процессы сопровождаются образованием низкопотенциальных тепловых отходов в виде конденсата и сбросного пара. Кроме этого, цикл работы автоклава включает в себя периоды загрузки и разгрузки, что в результате делает график образования конденсата и сбросного пара автоклавом еще более неравномерным. Комплекс этих факторов делает использование вторичных энергоресурсов (ВЭР) в производстве ячеистого бетона довольно затруднительным.

В то же время, для повышения технологического КПД процесса ТВО ячеистого бетона, прежде всего, следует обратить внимание на внутренне использование тепловых отходов в технологии. Варианты использования сбросного пара: перепуск пара в другой автоклав, барботаж сбросного пара в конденсат, аккумулирование в неиспользуемом автоклаве. Однако, хотя процесс перепуска пара и дает некоторую экономию первичной энергии, он увеличивает продолжительность технологического цикла, а барботаж пара в конденсат не приносит ощутимого эффекта. Аккумулирование сбросного пара позволяет выровнять график его образования. Вариант использования конденсата после процесса ТВО – нагрев питательной воды в котельной. Выровнять график образования конденсата можно также с помощью аккумуляторов (жидкостных или основанных на фазовом переходе). Если отказаться от вышеперечисленных мероприятий ввиду их малой эффективности, то вопрос утилизационного использования тепловых отходов остается открытым.

Оптимальным вариантом использования низкопотенциальной теплоты конденсата и сбросного пара является интеграция в систему тепловых двигателей на базе паротурбинных установок для генерации эксергетически ценной электрической энергии. Использование аккумуляторов теплоты позволяет выровнять графики образования ВЭР и сделать работу паросиловой установки стабильной, зависящей лишь от параметров окружающей среды.

В мировой практике классически сложилось, что реализация данного варианта возможна при интеграции в систему паровых турбогенераторов, работающих по циклу Ренкина на органическом теплоносителе (ORC). Этот цикл достаточно прост, хорошо изучен и оптимизирован. Однако существуют и иные варианты генерации электроэнергии, в частности циклы, работающие на водоаммиачной смеси (циклы Калины, Мелони-Робертсона, Госвами) [2, 3], при том, что теоретически цикл Калины является более совершенным, чем цикл ORC. Геотермальная электроцентраль Húsavík в Исландии, единственная на данный момент в мире, работающая по циклу Калины, имеет проектную мощность 2 МВт, реальная мощность станции – 1,7 МВт [2].

Литература:

1. Голубева Т.Г., Сажнев Н.П., Галкин С.Л. Опыт производства и применения ячеисто-бетонных изделий автоклавного твердения в Республике Беларусь / Сажнев Н.Н. Архитектура и строительство, 2008.
2. Pall Wladimarsson. ORC and Kalina. Analysis and experience // Lecture 3 / Washington State University, 2003.
3. N. Galanis, E. Cayer, P. Roy, E.S. Denis, M. Desilets Electricity generation from low temperature sources // Journal of Applied Fluid Mechanics, Vol. 2, No. 2, pp. 55-67, 2009.