

РАЗРАБОТКА И ОСВОЕНИЕ ПЕРФОРИРОВАННЫХ МОДУЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ УСТРОЙСТВ ГРАДИРЕН ТЭС И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОШКАРИН А.В., д-р техн. наук, КАЛАТУЗОВ В.А., канд. техн. наук

Приведены результаты разработки и освоения производства перфорированных модулей на основе полимеров для теплообменных устройств в энергетике и промышленности

Ключевые слова: полимеры, перфорированные модули, теплообменные устройства, водоуловители.

THE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF PERFORATED MODULES ON THE BASIS OF POLYMERS FOR HEAT-MASS EXCHANGE UNITS OF HEAT POWER PLANTS AND INDUSTRY

MOSHKARIN A.V., Ph.D., KALATUSOV V.A., Ph.D.

The article deals with the production results of development and implementation of perforated modules on the basis of polymers for heat-mass exchange units in power engineering and industry.

Key words: polymers, perforated modules, heat-mass exchange units, water catchers.

Перфорированные модули (ПМ) из пластмассы на основе полимеров представляют собой конструкции, обладающие уникальными физико-химическими, прочностными и механическими свойствами.

Конструктивные особенности ПМ, природа и молекулярная масса полимеров, степень разветвленности определяют их основные физико-механические характеристики.

На основе технических решений было освоено производство ПМ «насадка ИК-100» фирмой «Инженерные решения водоснабжения и конструкций /ИРВИК/».

Многолетняя работа указанного производства (с 1996 г.) полностью подтвердила научные изыскания по созданию конструкции и технологии изготовления.

Разработка ПМ из пластмассы на основе полимеров включает в себя:

- оценку влияния конструкций градирен на качество и количество производимой электрической энергии;

- создание математической модели (теоретические положения) теплообмена в градирнях испарительного типа,

- расчет капельных конструкций;

- исследование свойств пластических масс на основе полимеров и оценку возможности изготовления перфорированных модулей для жестких условий эксплуатации в первую очередь в градирнях и очистных сооружениях;

- подбор высокотехнологичного материала, красителей и добавок, отвечающих расчетным требованиям;

- изготовление жесткой и хорошо отцентрированной прессформы со специальной системой горячеканального литья и надежной системой охлаждения;

- установку обвязки термопластавтомата с помощью высокоточного периферийного оборудования, удовлетворяющего условиям повышенных требований по производительности, скорости заполнения формы и давлению;

- создание системы автоматического изготовления ПМ «насадка ИК-100», включающей в себя

приготовление и подачу сырья в бункер термопластавтомата, дозирование компонентов, процесс литья и извлечение отлитого изделия;

- создание математической модели конструкции горячеканальной системы прессформы.

Необходимость разработки конструкции и технологии изготовления многоцелевых ПМ из пластической массы на основе полимеров в первую очередь продиктована потребностью тепловых электростанций и промышленного производства в эффективных и долговечных теплообменных устройствах и водоуловителях для искусственных гидроохладителей – градирен, в химически стойких конструкциях фильтров широкого спектра применения, неподверженных коррозионным разрушениям.

Только на ТЭЦ ПАО ЕЭС в работе находится 365 градирен площадью орошения более 650000 м², единичной производительностью от 2000 до 36000 м³/ч и общей производительностью 4550000 м³/ч (39 млрд 312 млн м³/год). Потери оборотной воды в результате только капельного уноса достигают 400 млн м³/год. При средней стоимости забираемой из природных источников воды 0,288 руб/м³ годовые потери составляют порядка 170,0 млн. руб.

Анализ результатов обследований и технологических испытаний градирен, выполненных на ряде электростанций, выявил, что охлаждение воды в градирнях и системах меньше нормативного в среднем на 2–10 °С. По этой причине возникают ограничения мощности и пережоги топлива.

Вследствие этого ежегодные ограничения мощности для электростанций Российской Федерации возрастают. С 1998 по 2005 г. при росте установленной мощности с 121375,9 МВт до 122587,3 МВт ограничения выросли с 5187 до 8736 МВт.

Ежегодный пережог топлива (в основном природного газа) из-за недоохлаждения воды только за неотопительный период в среднем составляет 6,2 млн т.у.т.

Теплообменные устройства и водоуловители, применяемые в градирнях на ТЭС и промышленных предприятиях, выполненные по типовым проектам, обладают существенными недостатками. Деревянные конструкции теплообменного устройства и водоуловителя изготавливаются из

хвойных пород дерева. Однако даже при использовании лучших сортов древесины и благоприятных условиях эксплуатации градирен средний срок эксплуатации деревянных элементов незначителен. В среднем замена оросителя производится через 5–7 лет, водопроводителя – через 3–4 года. При этом ухудшение охлаждающей эффективности начинается уже в течение первого года эксплуатации.

Конструкции теплообменников устройств и водопроводителей со сплошными поверхностями элементов из древесины, асбестоцементных листов, пленки, например поливинилхлорида (ПВХ), не соответствуют расчетным условиям. Сплошные поверхности листов конструкций теплообменников устройств располагаются на расстоянии 25–60 мм друг от друга, образуя воздушные каналы. Каналы расходятся по направлению их расположения и образуют разнонаправленные и взаимогасящиеся потоки, ухудшающие процесс охлаждения воды.

Разрушающиеся теплообменников устройства являются причиной ухудшения вакуума в теплообменных аппаратах, преждевременных остановов энергоблоков, пережога природного топлива, недовыработки продукции или ухудшения ее качества.

Сложная конфигурация полученного ПМ определена на основании конструкторских разработок, которые учитывают технологические характеристики, транспортные затраты, удобство и быстроту сборки на монтажной площадке.

Технологическая линия изготовления представленных ПМ промышленного назначения – первая в России. До ее появления в России подобные ПМ не изготавливались.

Конструкции ПМ эффективно используются в энергетике, черной и цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности и других отраслях, где охлаждающим агентом для градирен является природная вода. Кроме того, отмеченные конструкции успешно применяются в сельском хозяйстве для сушки сена, в очистных сооружениях и системах вентиляции – в качестве фильтров, в строительстве – в качестве ограждающих сооружений и перегородок.

Ежегодно увеличивается производство и расширяется сфера применения ПМ «Насадка ИК-100».

В табл. 1 приведены сравнительные данные по потреблению ПМ по отраслям за последние 5 лет. За 1996–2006 гг. произведено 9,0 млн штук ПМ из пластмассы на основе полимеров «Насадка ИК-100» с объемом продаж 360 млн руб (в ценах 2001 г.). Срок эксплуатации по сравнению с другими конструкциями в два раза больше.

Таблица 1. Потребление ПМ «насадка ИК-100» в России в 2000 и 2005 г. (тыс шт.)

Отрасль потребления	2000 г.	2005 г.	Прирост, %
Энергетика	218,4	243,75	1,12
Химическая промышленность	0,1	304,02	3040,2
Нефтехимическая промышленность	16,5	83,96	5,09
Черная металлургия	131,6	674,43	5,12
ИТОГО	366,6	1306,16	3,56

Благодаря проведенной работе отечественная отрасль производства ПМ располагает всем необходимым для их изготовления: подготовленны-

ми кадрами и основным оборудованием, налаженным технологическим процессом изготовления и сборки. Мощность развернутого производства составляет 2 млн шт. в год.

ПМ используются, в частности, в градирнях ОАО «Мосэнерго» (ТЭЦ-21 и ТЭЦ-11), ОАО «Пермэнерго» (ТЭЦ-14, ТЭЦ-9), ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания», ЗАО «Русская металлургическая компания», ОАО «СУАЛ» (Уральский алюминиевый завод) и др.

Выпуск ПМ «Насадка ИК-100» с 1996 года позволил сохранить более 93,0 тыс м³ древесины, что соответствует 1220 га строевого хвойного леса.

Применение ПМ «Насадка ИК-100» улучшило охлаждающую эффективность градирен в среднем на 5 °С, а по сравнению с нормативными значениями на 2–3 °С, что соответствует снижению расхода условного топлива при производстве электроэнергии в среднем на 1,2–2,0 г/(кВт·ч). Для электростанций с установленной мощностью 300–500 МВт средний прирост мощности составляет 15–50 МВт. Например, на Пермской ТЭЦ-14, имеющей ограничение мощности, фактический прирост мощности составил 50 МВт и одновременно снизился расход топлива на 1,0 г/(кВт·ч), что соответствует 2117 т у.т./год. Полномасштабная реализация достигнутых практических результатов обеспечит, например, для электростанций РАО «ЕЭС России» сокращение расхода топлива на 6,2 млн т у.т./год, снижение потерь воды до 1,5 % от общего объема оборотной воды, что составит экономию более 170 млн руб.

Уникальная конструкция ПМ обеспечивает удобство и компактность их складирования, что является важным при транспортировке ПМ на дальние расстояния.

Эксплуатационный ресурс теплообменников устройств увеличился более чем в два раза (устройства, установленные в 1996 г., продолжают эффективно работать).

Сравнительные характеристики теплообменников устройств, выполненных на основе ПМ типа «Насадка ИК-100», размещенных в типовой градирне площадью орошения 1600 м², и существующих отечественных и зарубежных аналогов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Сравнительные характеристики теплообменников насадочных устройств

Тип теплообменного устройства	Транспортный объем, ж/д вагон	Материаломкость, т	Высота орошения, м	Объемный коэффициент массообмена, кг/м ³ ·ч	Коэффициент аэродинамического сопротивления, 1/м
Деревянное	13,0	456,0	2,6	2086	5,83
Асбошиферное	57,0	3420,0	2,4	2359	16,63
Тр-44 полимерное трубчатое	26,6	64,0	1,4	2984	11,41
Перфорированный модуль «Насадка ИК-100»	5,0	43,7	0,8	5790	4,81

Заключение

1. Налажено промышленное производство многоцелевых перфорированных модулей из пласт-

массы типа «Насадка ИК-100» для градирен. Разработанные модули обеспечивают снижение капельного уноса в тепломассообменных устройствах.

2. Предложено межотраслевое использование многоцелевых ПМ и показана их эффективность на 57 градирнях общей площадью 91,2 тыс. м².