



*Is presented the information about purchasing and putting into production of the new foundry technology TERMOSHOCK used for radiator core-making on the basis of GI-ZETAS equipment from Italy.*

Ю. П. БОБРОВ, С. Ф. ЛУКАШЕВИЧ, В. К. ФИЛИПЧИК, ОАО «МЗОО»

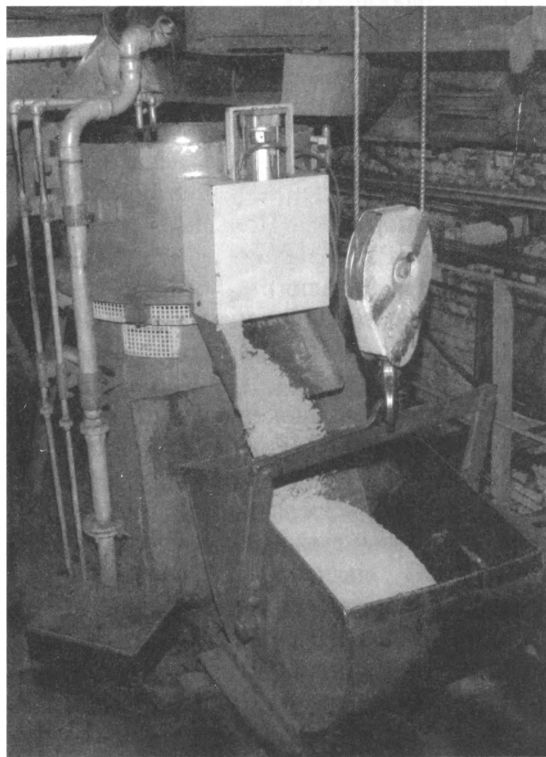
## НОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ТЕРМОШОК НА ОАО «МИНСКИЙ ЗАВОД ОТОПИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

Открытое акционерное общество «Минский завод отопительного оборудования» является ведущим производителем санитарно-технического отопительного оборудования (отопительные радиаторы, водогрейные котлы, соединительные части для трубопроводов различного назначения — фитинги, различное чугунное, в том числе и художественное, литье) на пространстве, охватывающем обширный регион России западнее Москвы, включая страны Прибалтики, Беларусь, северную Украину. Предприятие обладает высоким техничным потенциалом. На ОАО «МЗОО» постоянно разрабатываются и внедряются новые технологии в производстве, новые виды продукции, продукция сертифицируется по национальным и российским стандартам. На новые виды продукции и технологии подано восемь заявок на получение патентов на промышленные образцы изделий и технологические процессы. На заводе внедрена система качества, подтвержденная сертификатом TUV CERT.

Вместе с тем на предприятии существуют технологические процессы, которые тормозят разработку новых изделий и являются затратными по расходу материалов и трудовых ресурсов, а также по энергоресурсам и процессы, которые все еще нарушают экологический баланс на прилегающей к заводу территории. Необходимо также отметить и высокий уровень износа машин и механизмов, причем износ основных фондов по предприятию в целом составляет более 70%.

Стратегия развития предприятия по инвестиционному плану Минпрома РБ на 2001-2010 гг. предусматривала освоение технологического процесса ТЕРМОШОК для изготовления стержней радиаторов как одного из наиболее массовых и в то же время достаточно сложных изделий. Существовавшая технология изготовления стержней была освоена в начале 70-х годов прошлого столетия и морально устарела. Она включала в себя операции надува сырой стержневой смеси в две половинки стержневого ящика на машине

АС-3С, схлопывания половинок ящика и образования сырого стержня в нижней половине ящика, выдачи сырого стержня на сушильную плиту (драйер) и передача его вручную на конвейер (ЦПК) сушки стержней. Сушка стержней происходила в камерном сушиле при температуре 220–240°C в течение 40–50 мин, затем стержень снимали и проверяли на геометрическую размерность на станках 2КС. В сушиле происходило выгорание литейных крепителей (фракции переработки нефти и древесины, аммиачной селитры) в составе стержневой смеси, при этом образовывалось большое количество вредных составляющих в выбросах, загрязняющих окружающую среду (фенол, формальдегид, ксилол, углеводы, оксиды углерода и азота).



Новый смеситель TH-200 фирмы PRIMAFOND (Италия) для ТЕРМОШОК-процесса. Выдача готовой смеси

Недостатки существовавшего старого процесса изготовления стержней следующие:

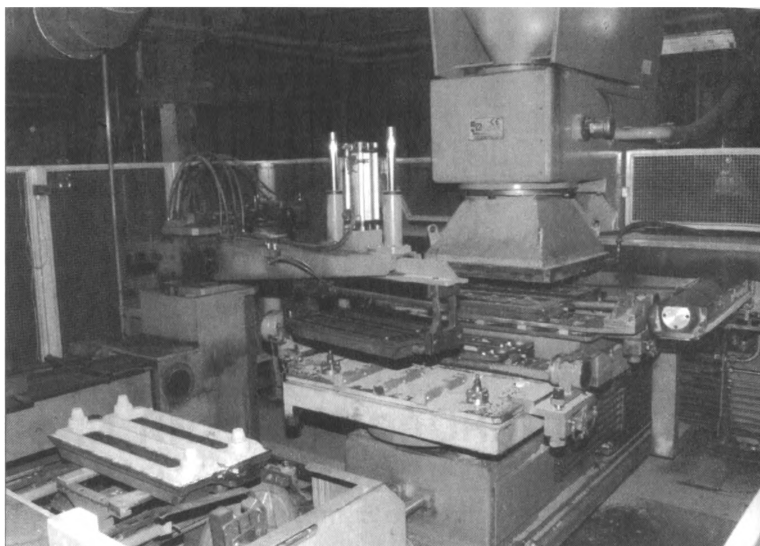
- требовалось большое количество технологического и транспортного оборудования;
- огромные цеховые сушила загромождали цеха и отчуждали значительные производственные площади;
- многотысячный парк драйверов требовал системы постоянного контроля, обслуживания и восполнения;
- проходные сушила с КПД не более 6% требовали колоссальных энергозатрат и являлись источником ухудшения экологической обстановки в цехе и прилегающем к нему воздушном бассейне;
- процесс «провоцировал» высокий процент брака стержней и отливок;
- технологический процесс в целом не обеспечивал необходимую размерную и геометрическую точность стержней и приводил к вынужденному существенному увеличению массы отливок.

Ясно, что изготовление радиаторных стержней по технологии с применением полуавтоматов АС-3С, драйверов и свободной сушки давно уже было тормозом в повышении эффективности производства, качества изделий и в создании радиаторов различных конструкций, способных конкурировать на внутреннем и внешнем рынках.

В ряде европейских стран в последние десятилетия для производства радиаторных стержней довольно широкое применение получил процесс ТЕРМОШОК. Специалисты завода были знакомы с ним по информации в печатных изданиях, при посещении радиаторного завода «Стомпорков» (Польша), предприятия ВИАДРУС (Чехия), фирм БИАЗИ и СИМЕ (Италия).

В настоящее время процесс ТЕРМОШОК используется в производстве стержней радиаторов и котлов в литейных цехах основных фирм-поставщиков радиаторов и котлов в Европе: СИМЕ, БИАЗИ (Италия), ВИАДРУС (Чехия), ТЭРК ДЕМУР ДЕКУМ (Турция), «Зреньянин» (Сербия).

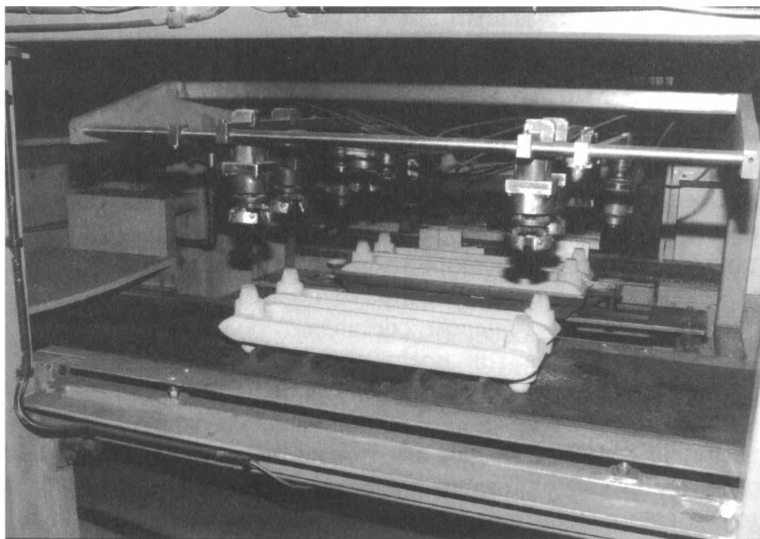
**Способ тепловой сушки методом «удара» (ТЕРМОШОК)** является комбинацией двух процессов: горячей сушки в ящике и нормального отверждения при повышенной температуре. Время отверждения соответствует пределам, предназначенным для этих двух процессов, только здесь оно значительно меньше времени, требуемого для нормальной сушки при повышенной температуре и составляет



Пескоструйный агрегат линии ТЕРМОШОК



Общий вид линии ТЕРМОШОК



Устройство для выемки сухих стержней из нагретого ящика

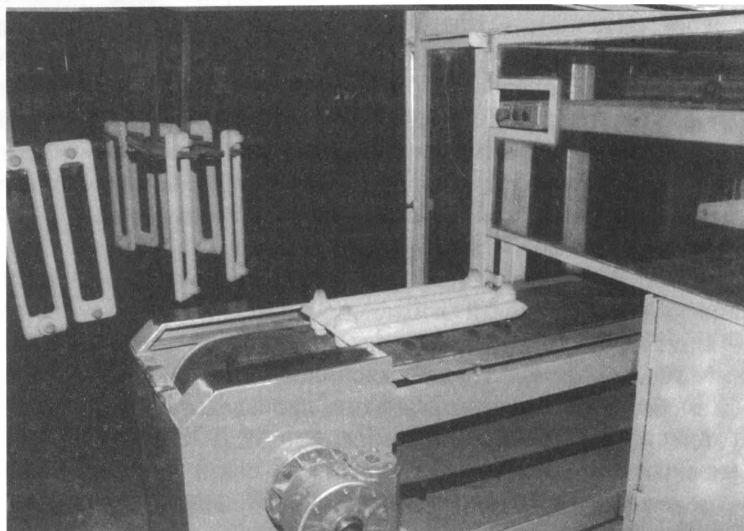
обычно 12–25 мин. Поэтому стержневые смеси, используемые в этой технологии, отнесли по классификации к быстротвердеющим смесям (БТС).

Этот метод с оригинальным названием THERMOSHOCK используется в серийном производстве тонких и плоских стержней (средних и больших), к которым предъявляются требования прежде всего в точности размеров (без искажений), легком удалении газов и очень хорошей выбиваемости (например, радиаторы центрального отопления, секции отопительных котлов центрального отопления).

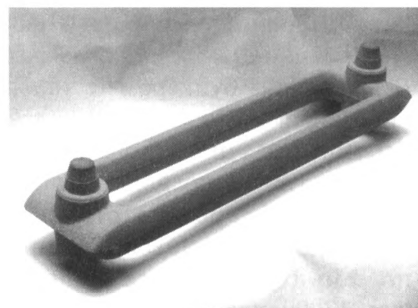
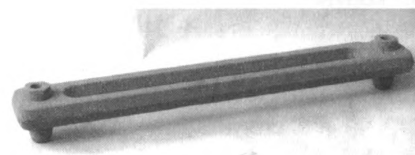
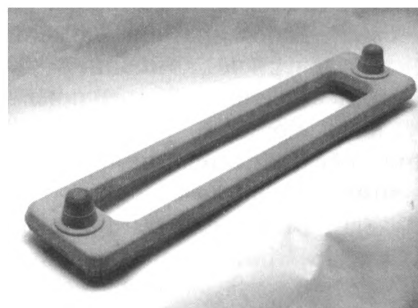
Сыпучая быстротвердеющая смесь выстреливается до нагретой до 80–100°C половины стержневого ящика (разделение посередине толщины стержня). После выстрела смеси во вторую половину ящика обе половины складываются и соединяются без использования клея. Затем верхняя половина ящика снимается. Стержень лежит в нижней половине, которая является подкладкой и направляется в туннельную печь, нагретую до температуры данной смеси (обычно 250–300°C). Время прохождения стержня через туннельную печь (длина 8–12 м) зависит прежде всего от толщины стержня и вида смеси и составляет обычно 6–20 мин. После отверждения стержень вынимается, а половина ящика возвращается к стержневой машине. Стержневые ящики в этой технологии по конструкции подобны тем, которые применяются при сушке в горячих ящиках (Hot-box-процесс). Используется сухой кварцевый песок с температурой до 25°C, обычно среднего размера зерна  $d_2=0,2-0,3$  мм. Вяжущим материалом может быть феноломочевинформальдегидная смола (до 3 мас. частей) и сложный отвердитель (10–15% по отношению к смоле), который содержит мочевины, кислоту, глицерин, воду.

Стержневую смесь можно готовить в бегунах постоянного или периодического действия. В смесителях периодического действия сначала перемешивают кварцевый песок с отвердителем (в течение 1 мин), затем добавляют смолу и мешают 4 мин, после этого добавляют смесь соевой кислоты с керосином и перемешивают еще 1 мин. Приготовленная смесь выстреливается в половинки стержневых ящиков, нагретых до 80°C. Перед наполнением нагретые половинки ящиков покрывают разделительной смесью (например, смесь керосина с машинным маслом либо силиконовая эмульсия). После складывания половинок и снятия верхней половинки стержневого ящика стержни направляются в туннельную печь. Их можно использовать без защитных покрытий, они вкладываются в литейные формы после того, как остынут до температуры окружающей среды.

Стержневая масса имеет хорошую текучесть и выбиваемость. Предел прочности на изгиб после



Позиция выдачи сухих стержней для навешивания на ЦПК



Стержни для отливок секций радиаторов

отверждения составляет 3–5 МПа. С точки зрения охраны природы и условий техники безопасности в процессе ТЕРМОШОК используются те же правила, что и для технологии сушки в горячих ящиках (Hot-box-процесс).

Прежде чем принимать решение о приобретении оборудования и внедрении нового технологического процесса ТЕРМОШОК, был изучен европейский рынок производителей данного оборудования. Были выявлены три фирмы, представляющие наибольший интерес для завода: «Штерн Гиссерай-Анлаген» Гмбх (Германия) с дочерней

компанией ДЖИ-ЗЕТА (Италия), «Фриц Хансбергер» (Италия), «Роперверк» (Германия), ДОЗА-МЕТ (Польша).

Фирма «Роперверк» сообщила, что для возобновления выпуска линий ТЕРМОШОК потребуются дополнительные финансовые средства. Кроме того, стоимость линий ТЕРМОШОК с полным оснащением и устройствами автоматизации составит около 1 млн немецких марок. Фирма «Фриц Хансбергер» отказалась от поставки линий из-за необходимости изготавливать большую номенклатуру стержней для радиаторов ОАО «МЗОО». Кроме того, выяснилось, что «Фриц Хансбергер» не является ведущим производителем в этой отрасли машиностроения. Фирма ДОЗАМЕТ прекратила выпуск оборудования в связи с банкротством радиаторных заводов в Польше.

Взвесив положительные и отрицательные моменты фирм-поставщиков оборудования для процесса ТЕРМОШОК, администрация завода остановила свой выбор на предложении фирмы «Штерн» с дочерней компанией ДЖИ-ЗЕТА, которые предоставили наиболее приемлемые для завода условия по цене, срокам поставки, комплектации, обслуживания линий после сдачи в эксплуатацию.

В результате реализации контракта фирма ДЖИ-ЗЕТА обязалась поставить две автоматические линии TS-25 со следующими характеристиками: объем пескодувного резервуара – 23 дм<sup>3</sup>, номинальная производительность – 240 вдувов/ч, потребляемая мощность – 15 кВт, давление сжатого воздуха – 6 кгс/см, расход газа (метан) при пуске – 35 нм<sup>3</sup>/ч, при эксплуатации – 8,5 нм<sup>3</sup>/ч, общая масса – 11,2 т.

В состав первой линии вошли формовочная пескодувная машина с пневматической подачей песка, оснащенная бункером с вибратором и фильтром, вращающимся столом (вращение на 180°), системой подачи сжатого воздуха, блоком щеток для очистки нижней поверхности устройства вдува; печь для обжига стержней туннельного типа длиной 10 м (десять секций); четыре панели по семь горелок со свободным пламенем мощностью 13000 ккал каждая; устройство удаления дымовых газов; задний узел с функциями переноса ящиков со стержнями на ленточный транспортер и выемки сухих стержней; транспортер для возврата ящиков после выемки стержней на пескодувную машину; гидростанция; электрошкаф.

**Технико-экономическое обоснование проекта.** На старом процессе на машинах АС-3С и станках 2КС было занято 39 чел. На плановый суточный объем радиаторов в количестве 21 000 отливок при литейном браке 8,1% и внутреннем браке самих стержней 18% количество стержней в сутки составляло 26 500 – 27 000, или 654 стержня на одного работающего.

Производительность линий ТЕРМОШОК составляет 240 вдувов/ч (цикл – 15 с). В две смены (16 ч) и при стержневом ящике с двумя стержнями линия способна изготовить 7680 стержней при браке 0,5%. Линии обслуживают два человека. Таким образом, производительность труда при изготовлении стержней радиаторов на линиях ТЕРМОШОК увеличилась в 5,9 раза.

Контракт на поставку двух линий ТЕРМОШОК был подписан в июне 2002 г., затем в течение нескольких месяцев была закончена разработка технической документации на монтаж линий. Технологическая планировка была разработана УП «Технолит» БНТУ, которое имеет лицензию на право проектирования литейного оборудования. Из Минпрома РБ и НП РУП «Институт БелНИИлит» были получены экспертные заключения на проект внедрения процесса ТЕРМОШОК. В конце сентября 2002 г. было получено положительное заключение Главэкспертизы при Министерстве архитектуры и строительства РБ. Заводские технические службы приступили к строительным работам для обустройства площадки для установки линий, монтажу систем газо-, воздухо- и электрообеспечения. В начале 2003 г. на фирму ДЖИ-ЗЕТА выехала комиссия Проматомнадзора РБ для проверки соответствия поставляемого оборудования условиям безопасности работы.

В период с середины марта до середины мая 2003 г. оборудование линий TS-25 было смонтировано. Одновременно после подписания контракта с фирмой FURTENBACH (Австрия) к концу мая была получена партия крепежей для проведения испытаний работы линий (смола TERMOFEN TS05, отвердитель Хартер ПЛ30 и консервер Фуртофоб-2).

18 мая 2003 г. на завод прибыли технические специалисты фирмы ДЖИ-ЗЕТА и до 4 июня проводились наладка, испытание линий, обучение обслуживающего персонала. После отъезда итальянских специалистов начался период практического освоения линий. Подбирались кадры обслуживающего персонала на линиях, изучались особенности технологического процесса ТЕРМОШОК, проверялось качество материалов. Постепенно стали появляться препятствия для дальнейшего успешного внедрения линий. И первое из них – смеситель (бегуны 1К12М), который не обеспечивал качественное приготовление смеси из песка, смолы, отвердителя и консервера. Способ перемешивания составляющих раздавливанием материалов катками в ванне бегунов на 850 кг с подачей крепежей в одной точке у края ванны не обеспечивал качественного состава смеси. Неудовлетворительное качество смеси усугублялось свойствами смолы: большая прилипаемость к элементам машины, вдувным плитам; слабая текучесть смеси в приемном устройстве. Стержни



не высыхали и большое количество уходило в брак.

После нескольких обращений завода к фирме-поставщику ДЖИ-ЗЕТА ее руководители подтвердили мнение завода о необходимости приобретения специализированного смесителя для линий ТЕРМОШОК, а также о смене поставщика смолы и предложили свои услуги в поисках соответствующей фирмы.

В ноябре 2003 г. на завод был поставлен смеситель PRIMAPOND TH200-IST для технологии ТЕРМОШОК фирмы UMF (Италия). К этому времени ДЖИ-ЗЕТА заказала опытную партию крепителей фирмы КАВЕНАГИ (Италия) для испытания работы смесителя и практической отработки рецептуры смеси на этих составляющих. Из-за различных обстоятельств испытание нового смесителя и изготовление смеси на составляющих фирмы КАВЕНАГИ состоялось только в феврале 2004 г., когда на завод прибыли механик фирмы-поставщика и технолог фирмы КАВЕНАГИ. Испытания прошли успешно, была подобрана рецептура с учетом свойств и особенностей формовочного песка.

В качестве альтернативы крепителям фирмы FURTENBACH администрация завода и технические специалисты приняли решение закупить опытно-производственную партию итальянских крепителей. Выбор пал на фирму HÜTTENES-ALBERTUS SATEF (Италия), являющуюся представителем немецкого концерна HÜTTENES-ALBERTUS CHEMISCHE WERKE (г. Дюссельдорф, Германия).

Необходимо отметить, что постепенно обрабатывалась технология изготовления стержней на составляющих фирмы FURTENBACH. Количество готовых стержней стало постепенно расти и в конце концов одна смена старого технологического процесса была ликвидирована. Правда, самый большой и тяжелый стержень (2,7 кг) радиатора

MC-140M так и не покорился крепителям фирмы FURTENBACH.

С июля 2004 г. свои услуги по поставке крепителей для технологии ТЕРМОШОК предложила фирма HÜTTENES-ALBERTUS Polska из г. Люблина (Польша). Являясь представителем головной корпорации HÜTTENES-ALBERTUS в Германии, польская фирма начала поставлять литейные материалы для HOT- и COLD-BOX-процессов на восток – в Беларусь, Украину и Россию. В августе 2004 г. HÜTTENES-ALBERTUS Polska поставила на завод партию крепителей фирмы HÜTTENES-ALBERTUS SATEF, которая является в Италии одной из основных производителей смол для ТЕРМОШОК-процесса. Испытания прошли успешно и с сентября 2004 г. поставки стали регулярными, примерно 20 т в месяц. Была решена главная для завода технологическая проблема в производстве стержней, когда на этих крепителях освоено изготовление стержней радиатора MC-140M.

К декабрю 2004 г. литейный цех радиаторов освоил массовое производство стержней по всей номенклатуре. Это позволило демонтировать старые стержневые станции АС-3С и готовить площадку для приема третьей линии ТЕРМОШОК TS-30, на которой планируется изготавливать также и стержни малометражных котлов.

Специалисты ОАО «МЗОО» и HÜTTENES-ALBERTUS Polska тесно сотрудничают между собой, постоянно совершенствуя производство стержней по технологии ТЕРМОШОК. Руководитель и специалисты фирмы (Конрад Майер, Дорота Соколовска, Анджей Глод) частые гости на ОАО «МЗОО». Сейчас проводятся испытания нового отвердителя для смолы с целью снижения затрат при использовании крепителей без ущерба качества стержней.

Технологические аспекты внедрения процесса ТЕРМОШОК, подбор и испытания крепителей различных фирм будут изложены в продолжении данной статьи.