

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГЛАЗУРОВАННОГО КЕРАМИЧЕСКОГО ЛИЦЕВОГО КИРПИЧА

Керамические строительные материалы характеризуются достаточно высокими показателями физико-технических свойств, водо-, термо- и кислотостойкостью, выдерживают до 100 циклов попеременного замораживания и оттаивания без видимых изменений структуры. Эти свойства обуславливают высокую долговечность керамических изделий и сравнительно низкий уровень затрат при эксплуатации зданий и сооружений.

Вместе с тем, керамические материалы имеют и определенные недостатки: сравнительно высокую плотность и теплопроводность, длительный технологический цикл изготовления (3-4 суток) и т.д. Однако сравнительная простота технологии, высокая прочность и долговечность керамических материалов, многовековой опыт производства ставят их на одно из первых мест среди других строительных материалов.

Применение лицевого глазурованного кирпича позволяет значительно улучшить внешний облик зданий. При этом он выполняет одновременно две задачи: является несущим стеновым материалом и выполняет функции высококачественной долговечной отделки. Фасады из лицевого кирпича не требуют последующего оштукатуривания, окрашивания или облицовки другими материалами, в результате чего можно добиться экономии трудозатрат по сравнению с устройством, например, оштукатуренных фасадов, которые при эксплуатации также требуют периодического ремонта.

Глазурованный кирпич известен еще с древних времен, когда широко использовался в строительстве для облицовки фасадных зданий, украшений храмов, декорирования окон, арок. Применялся глазурованный кирпич и во времена царской России. Так, например, фасады Краеведческого музея и купеческого дома г. Челябинска выложены глазурованным кирпичом, которые хорошо сохранились до настоящего времени.

Совершенствование технологической линии по производству керамического глазурованного лицевого кирпича позволит снизить трудозатраты и материальные затраты, расходуемые на его обжиг за счет автоматизации данного процесса, а также за счет замены части оборудования на современное более производительное, выполняющее одновременно несколько функций: не только разрыхление глинистого сырья до размеров кусков 120 мм, но и ее усреднение.

Ключевые слова: *лицевой кирпич, глазурование, обжиг, глинорыхлитель.*

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGICAL LINE FOR THE PRODUCTION OF GLAZED CERAMIC FRICTION BRICK

Ceramic building materials are characterized by sufficiently high indicators of physical and technical properties, water, thermal and acid resistance, can withstand up to 100 cycles of alternating freezing and thawing without visible structural changes. These properties cause a high durability of ceramic products and a relatively low level of costs in the operation of buildings and structures.

At the same time, ceramics have certain drawbacks: relatively high density and thermal conductivity, a long technological production cycle (3-4 days), etc. However, the comparative simplicity of technology, the high strength and durability of ceramic materials, centuries of production experience put them at the forefront among other building materials.

The use of facial glazed brick can significantly improve the appearance of buildings. At the same time, it performs two tasks simultaneously: it is a load-bearing wall material and performs the functions of high-quality durable finishing. Facades made of facade bricks do not require subsequent plastering, staining or facing with other materials, as a result of which it is possible to save labor costs in comparison with the device, for example, plaster facades, which during maintenance also require periodic repairs.

Glazed brick is known since ancient times, when it was widely used in construction for facing facade buildings, decoration of churches, decoration of windows, arches. Used glazed brick and in the times of tsarist Russia. For example, the facades of the Museum of Local Lore and the merchant's house in Chelyabinsk are lined with glazed brick, which have been well preserved to the present day.

Improvement of the technological line for the production of ceramic glazed facial bricks will reduce the labor costs and material costs spent on its firing by automating this process, as well as by replacing part of the equipment with modern more efficient ones that perform several functions simultaneously: not only loosening the clay raw material to size Pieces of 120 mm, but also its averaging.

Keywords: *facial bricks, glazing, firing, clay.*

Керамическим камням, в частности кирпичам, свойственны достаточно высокие показатели физико-механических свойств, таких как водо-, термо- и кислотостойкость, они обладают морозостойкостью до 100 циклов без видимых изменений структуры, что характеризует их как материалы с высокой долговечностью.

Однако керамические изделия обладают рядом недостатков, таких как сложность технологических операций (много этапов подготовки глинистой массы), невысокий процент автоматизации и теплоэнергосбережения технологической линии (процесс обжига связан с существенными потерями тепла и низким уровнем автоматизации) и длительный технологический цикл изготовления (3-4 суток) и т.д.

Однако сравнительная простота технологии, высокая прочность и долговечность керамических материалов, многовековой опыт производства ставят их на одно из первых мест среди других строительных материалов.

Глазурованный кирпич также выполняет функции не только несущего стенового материала, но и является эффективным материалом, не требующим последующего оштукатуривания лицевой поверхности, ее окрашивания или облицовки другими материалами.

Совершенствование технологической линии по производству керамического глазурованного лицевого кирпича позволит снизить трудозатраты и материальные затраты, расходуемые на его обжиг за счет автоматизации данного процесса, а также за счет замены единицы оборудования на более современное и производительное, выполняющее одновременно несколько функций: не только разрыхление глинистого сырья до размеров кусков 120 мм, но и ее усреднение.

Поэтому для начала рассмотрим технологический процесс изготовления керамического глазурованного лицевого кирпича на крупнейшем предприятии Челябинской области.

Технологический процесс изготовления керамического кирпича на заводе, оборудованном системой автоматического управления технологическими процессами на базе программируемых контроллеров немецкой фирмы «СИМЕНС», начинается с добычи глины в карьерах и транспортировки ее на пластинчатый питатель, откуда проходя основные технологические переделы, такие как многоступенчатое разрыхление глины (до размера кусков не более 100-120 мм осуществляется глинорыхлителем СМК-225, рис. 1), измельчение, дезинтегрирование, помол, окончательная очистка глины от посторонних включений, снова разрыхление, перемешивание отдозированных компонентов и увлажнение (до 15%). Затем глинистая масса поступает в шихтозапасник для хранения и вылеживания глиняной шихты (срок вылеживания шихты - 5 суток).

Через разгрузочный мост многоковшовым экскаватором через систему ленточных конвейеров шихта подается в смеситель, где осуществляется перемешивание глиняной массы и отходов при формовании. После смесителя масса, дозируемая ленточным питателем, поступает на вальцы тонкого помола с зазором между валками 1,5 мм.

Выходящая из вальцев глиняная масса должна быть однородной по структуре. Затем масса через систему ленточных конвейеров подается на валковую дробилку тонкого измельчения (выходящая глиняная масса не должна иметь включений крупнее 0,9 мм). Далее масса поступает в шнековый вакуумный пресс, где происходит формование глиняного бруса заданной формы и размеров (относительная влажность шихты перед прессом 1,5%, относительная влажность бруса 16%, давление прессования 13,5 кг/см², глубина вакуумирования 0,91 кг/см). Отрезание мерного бруса длиной 2200 мм производится однострунным автоматом, разрезание мерного бруса на отдельные кирпичи со снятием фаски шириной 4 мм по ребрам (4 шт. на тычках и 2 шт. на ложках) осуществляется многострунной резательной машиной FREYMATIC AG (размер сырца 267×129×93 мм). Затем происходит раздвижка и отбраковка отрезанных изделий, комплектование пакета изделий и погрузка его автоматом-укладчиком на полки сушильной вагонетки, маркировка кирпича-сырца. Кирпич, уложенный на сушильные вагонетки, не должен иметь механических повреждений, зазор между кирпичами не менее 20 мм.

Системой толкателей вагонетки с кирпичом-сырцом перемещаются в запасной туннель сушилки для сырых изделий. Передаточной тележкой вагонетки проталкиваются в сушильный зал (воспроизведенный вариант сушилки «Милано-Кара» фирмы «Униморандо»). Здесь происходит удаление механически связанной воды из кирпича-сырца путем испарения (остаточная

влажность кирпича-сырца - 0,1%, время сушки 50 часов, размер сухого кирпича 257×123×89 мм).

Через систему толкателей вагонетки с высушенным кирпичом-сырцом подаются на автомат-разгрузчик, где происходит разгрузка сушильных вагонеток, передача высушенного кирпича на автомат-садчик №2 и смена сушильных вагонеток. После чего осуществляется прием высушенного кирпича от разгрузочного устройства, сплавивание кирпича в продольном и поперечном направлениях, разделение сплоченного пакета на ряды и распределение их по трем линиям программирующего конвейера, комплектование слоя (карты) кирпичей с заданными зазорами, перенос и укладка скомплектованных слоев на печную вагонетку, формирование пакетов кирпича на печных вагонетках. Далее происходит перемещение печных вагонеток с сухим кирпичом-сырцом в предпечь, тем самым создается запас высушенного кирпича-сырца для обеспечения бесперебойной работы туннельной печи.

Загрузка вагонеток с кирпичом-сырцом в туннельную печь производится гидравлическим толкателем. После ввода в камеру очередной вагонетки автоматически закрывается входная дверь, и открывается контр-дверь. Далее следует высокотемпературная обработка сухого кирпича-сырца в туннельной печи (воспроизведенный вариант печи «Модуль 70» фирмы «Униморандо»), в результате которой он превращается в камнеподобное тело (время обжига 60 часов, продолжительность выдержки при максимальной температуре обжига 1100°C 5 часов).

Из туннельной печи системой толкателей печная вагонетка с обожженными изделиями перемещается на участок разгрузки. На этой стадии осуществляется отбраковка кирпича, не удовлетворяющего требованиям ГОСТ 530-2007.

Сущность технологии глазурованного кирпича заключается в использовании недорогих легкоплавких глазурей, спекающихся при низких температурах, и в применении специальной туннельной печи с терморadiационным нагревом. На этом участке осуществляется укладка изделий в один ряд на печную тележку. Кирпич укладывается таким образом, чтобы покрываемые глазурью поверхности кирпича были открыты. Между кирпичами устанавливается зазор для частичного попадания глазури и на поверхности постелей кирпича. Далее тележка с изделиями поступает в камеру для глазурования, где методом пульверизации осуществляется покрытие кирпича глазурью. Слой глазури наносится на ложок и на часть постелей, соприкасающихся с ним, причем часть постелей кирпича с нанесенным слоем глазури составляет до 20% от их поверхностей. Толщина глазурного покрова 0,5 мм. Тележка с кирпичом, покрытым глазурью, посту-

пает в туннельную печь с терморadiационным нагревом, где производится обжиг в следующем режиме: поднимают температуру до 700 – 750°C в течение 2 часов, обжигают при 700 – 750°C 10-20 минут и охлаждают в течение 1,5-2 часов. Общая продолжительность обжига составляет 4 ч. 20 мин. Нагрев электропечи производится нагревателями спирального типа, расположенными на своде рабочей камеры обогреваемых модулей. Материал свода печи, температура излучающего тела, расстояние между излучающим телом и поглощающим, а также направление лучевого потока подбирается таким образом, чтобы обжигу подвергался не весь объем кирпича, а только слой глазури и та часть кирпича, в которую проникает глазурь. Это позволит в несколько раз сократить время и продолжительность обжига, при этом снизятся энергозатраты на обжиг за счет направленного использования излучения и равномерности распределения интенсивности излучения терморadiационных нагревателей. На такой печи сигнал, получаемый с поверхности нагревательного элемента, поступает на первичный преобразователь, далее регистрируется и используется для дальнейшей работы регулятора температуры.

После выхода из печи происходит разгрузка глазурированного кирпича с печных тележек и укладка его на поддоны. Кирпич, уложенный на поддоны, не должен иметь дефектов. При укладке глазурированного кирпича на поддон между глазурированными поверхностями прокладывается плотная бумага по ГОСТ 2228-81 или ГОСТ 8273-75. Далее по цепному конвейеру упакованные поддоны перемещаются на склад готовой продукции. Последней стадией является приемка глазурированного кирпича отделом технического контроля предприятия-изготовителя.

Важным этапом технологического совершенствования в разрезе включения нового этапа или совершенствования имеющегося при изготовлении керамического лицевого кирпича является обзор современного оборудования, а также выбор наиболее подходящего для наиболее эффективно его включения в техпроцесс.

Так, рассмотрим более подробно включаемую единицу оборудования – глинорыхлитель СМК-225 (рис. 1).

Глинорыхлитель (глинорастигатель) предназначен для переработки глиняной массы и получения ее однородности.

Измельчение производится при помощи крыльчатки. Крыльчатка состоит из стального сварного корпуса и сменных ножей, расположенных на каждой лопасти. Особенностью конструкции крыльчатки является возможность изменять угол установки ножей и регулировать радиальный зазор между ножом крыльчатки и корпусом.

Глина измельчается, перемешивается и прода-

вливается через отверстия небольших размеров.

Расчет глинорастигателя позволяет определить не только мощность его электродвигателя, но и критическое сечение, в котором возникает максимальное давление от истираемого сырья.

1. Определение геометрических соотношений
 - а) проекция лопасти на ось X:

$$a = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha}, \text{ м}, \quad (1)$$

где H – проекция лопасти на ось Y, м; α – угол наклона лопасти, град.

- б) проекция лопасти на ось Y:

$$H = L \cdot \sin \alpha, \text{ м}, \quad (2)$$

где L – длина лопасти, м.

$$H = 0,20 \cdot \sin 30 = 0,20 \cdot 0,5 = 0,1;$$

$$a = \frac{0,1}{\operatorname{tg} 30} = \frac{0,1}{0,577} = 0,17 \text{ м}.$$

- в) коэффициент отношений проекций:

$$k = \frac{H}{h_0}, \quad (3)$$

где h_0 – зазор между ножами крыльчатки и решетками чаши, м.

- г) определение «критического» сечения:

$$k = \frac{0,1}{0,005} = 20$$

$$h_1 = \frac{2 \cdot h_0 \cdot (1 + k)}{2 + k}, \text{ м}; \quad (4)$$

$$Xh_1 = \frac{h_1 - h_0}{\operatorname{tg} \alpha}, \text{ м}; \quad (5)$$

$$h_1 = \frac{2 \cdot 0,005 \cdot (1 + 20)}{2 + 20} = \frac{0,21}{22} = 0,0095;$$

$$Xh_1 = \frac{0,0095 - 0,005}{0,577} = 0,008.$$

2. Определение максимального давления в «критическом» сечении:

$$P = \frac{6 \cdot \mu_{\text{эф}} \cdot v \cdot a}{k \cdot h_0^2} \cdot \left\{ \frac{a}{a + k \cdot Xh_1} - \frac{1}{2 + k} - \frac{(1 + k) \cdot a^2}{(2 + k) \cdot (a + k \cdot Xh_1)^2} \right\}, \text{ МПа}; \quad (6)$$

где $\mu_{\text{эф}}$ – эффективное значение вязкости Па·с, $\mu_{\text{эф}} = 0,01$ Па·с; v – окружная скорость лопасти, м/с.

Окружная скорость лопасти определяется по формуле:

$$v = \omega \cdot R, \text{ м/с}; \quad (7)$$

где R – радиус внешней кромки лопасти, м; ω – угловая скорость лопасти, рад/с.

$$v = 0,65 \cdot l = 0,65 \text{ м/с};$$

$$P = \frac{6 \cdot 0,01 \cdot 0,65 \cdot 0,17}{20 \cdot 0,005^2} \cdot \left(\frac{0,17}{(0,17 + 20 \cdot 0,008)} - \frac{1}{2 + 20} - \frac{(1 + 20) \cdot 0,17^2}{(2 + 20) \cdot (0,17 + 20 \cdot 0,008)^2} \right) = 2,888 \text{ МПа.}$$

3. Определение усилия, действующего на лопасть от сжатия глины:

$$Q = 10^2 \cdot \frac{6 \cdot \mu_{sp} \cdot v \cdot b \cdot a^2}{k \cdot h_0^2} \cdot \left(\frac{Ln(1+k)}{k} - \frac{2}{2+k} \right), \text{ Н};$$

где b – ширина лопасти, м.

$$Q = 10^2 \cdot \frac{6 \cdot 0,01 \cdot 0,65 \cdot 0,47 \cdot 0,17^2}{20 \cdot 0,005^2} \cdot \left(\frac{Ln(1+20)}{20} - \frac{2}{2+20} \right) = 6,57 \text{ Н.}$$

4. Определение мощности, расходуемой на создание давления:

$$N_1 = \frac{Q \cdot R \cdot \text{tg} \alpha \cdot \omega}{102}, \text{ кВт}; \quad (9)$$

$$N_1 = \frac{6,57 \cdot 1 \cdot \text{tg} 30 \cdot 0,65}{102} = 0,024.$$

5. Определение силы трения глины о лопасть:

$$F_{mp} = 10^2 \cdot \frac{\mu_{sp} \cdot v \cdot b \cdot a}{h_0} \cdot \left(\frac{4 \cdot Ln(1+k)}{k} - \frac{6}{2+k} \right), \text{ Н}; \quad (10)$$

$$F_{mp} = 10^2 \cdot \frac{0,01 \cdot 0,65 \cdot 0,47 \cdot 0,17}{0,005} \cdot \left(\frac{4 \cdot Ln 21}{20} - \frac{6}{2+20} \right) = 3,52 \text{ Н.}$$

6. Определение мощности, расходуемой на преодоление силы трения:

$$N_2 = \frac{F_{mp} \cdot R \cdot \omega}{102}, \text{ кВт}; \quad (11)$$

$$N_2 = \frac{3,52 \cdot 1 \cdot 0,65}{102} = 0,02 \text{ кВт.}$$

7. Определение мощности, затрачиваемой на перемешивание глины:

$$N_3 = \frac{\beta \cdot \omega}{20,4 \cdot 10^3} \cdot (b \cdot (R^2 - r_1^2) + b_1 \cdot (r_1^2 - r_2^2)), \text{ кВт}; \quad (12)$$

$$N_3 = \frac{6,4 \cdot 10^4 \cdot 0,65}{20,4 \cdot 10^3} \cdot (0,47 \cdot (1^2 - 0,9^2) + 0,24 \cdot (0,9^2 - 0,225^2)) = 0,55 \text{ кВт.}$$

где β – коэффициент сопротивления движения лопасти в глиняной массе, Н/м²; b_1 – ширина кронштейна, м; r_1 – радиус внутренней кромки лопасти, м; r_2 – радиус вала, м, $r_2 = 0,225$ м.

8. Определение мощности двигателя глинорастирателя:

$$N_{oe} = \frac{z \cdot (N_1 + N_2 + N_3)}{\eta}, \text{ кВт}; \quad (13)$$

где z – число лопастей; η – КПД двигателя, $\eta = 0,8$.

$$N_{oe} = \frac{3 \cdot (0,024 + 0,02 + 0,55)}{0,8} = 2,23 \text{ кВт.}$$

Таким образом, мы видим, что технические характеристики выбранного глинорыхлителя не превышают расчетные ($2,23 \text{ кВт} < 45 \text{ кВт}$), следовательно, данный глинорыхлитель эффек-

тивно будет включен в техпроцесс переработки глинистого сырья и производства керамического кирпича.

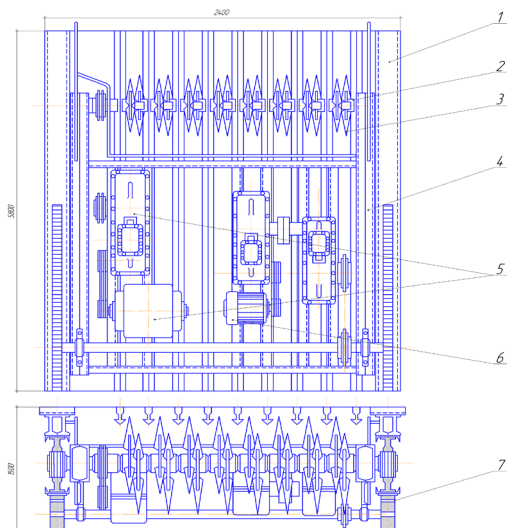


Рис. 1. Глинорыхлитель СМК-225

1 – рама; 2 – вал; 3 – сменный режущий орган; 4 – колосниковая решетка; 5 – привод; 6 – электродвигатель; 7 – зубчатые рейки

Рассмотрим процесс автоматизации туннельной печи.

Электрическая печь туннельного типа – это длинная многомодульная печь, имеющая нагревательный участок, изотермическую зону и протяженную область охлаждения. На такой печи, встроенной в непрерывную технологическую линию и работающей круглосуточно, управление должно быть полностью автоматизировано, а также осуществляться автоматизированная загрузка, продвижение изделий по печи с заданным темпом и автоматическая выгрузка.

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) будет осуществляться следующим образом.

Центральный диспетчерский пульт (ЦДП) управления технологическим комплексом термообработки находится обычно на некотором удалении от самой печи. Здесь собирается вся текущая информация о работе оборудования, хранится информация обо всех проведенных термообработках за определенный отрезок времени, отсюда задаются новые технологические режимы, и производится управление всеми устройствами и механизмами.

Для обработки информации и управления технологическим комплексом используются персональные компьютеры. Система управления электropечью должна быть совместима с персональным компьютером. Для этого на печи строится своя сеть, позволяющая работать с удаленным компьютером. Так создается автоматизированная система управления технологическим процессом АСУТП.

АСУТП делится на три уровня автоматизации: верхний, средний и нижний.

Верхний уровень управления технологическим комплексом — это обычно ЦДП. Оборудование — управляющие промышленные компьютеры. Управляющий компьютер верхнего уровня получает всю необходимую информацию о ходе технологического процесса, состоянии исполнительных механизмов и обеспечивает визуализацию технологического процесса, оптимизирует режимы и архивирует данные.

На среднем уровне находятся локальные регуляторы, устройства управления исполнительными механизмами, силовые ключи, защитные устройства и т.д. Это местный пульт управления. Здесь же располагаются модули удаленного ввода-вывода для связи с оборудованием верхнего уровня.

Нижний уровень — уровень объекта управления. Оборудование нижнего уровня — это нагреватели, исполнительные механизмы, датчики, модули холодных спаев, т.е. все то, чем управляют или откуда получают информацию об их состоянии.

Так строится распределенная АСУТП. Она имеет высокий уровень надежности. При выходе из строя, например, компьютера на верхнем уровне, устройства среднего уровня обеспечат дальнейшую работу электропечи. Локальные регуляторы и модули удаленного ввода — вывода располагаются рядом с печью. Короткие линии связи с оборудованием электропечи повышают надежность контроля и управления электропечью. В то же время преобразование сигналов модулями удаленного ввода-вывода в цифровую форму позволяет надежно передавать информацию на большие расстояния.

Процесс управления нагревом.

При включении тока через нагреватель электропечи температура в рабочей камере будет сразу повышаться. Только электропечь в таком режиме проработает недолго. А чтобы она служила годами, нагревом должен управлять регулятор, следящий за температурой в печи. Регулятор, постоянно меняя ток, поддерживает температуру на заданном уровне.

Современный регулятор это промышленный компьютер, находящийся в режиме непрерывного решения множества задач в зависимости от его настроек и состояния электропечи (объекта управления).

Для управления электропечью при разных температурах, в режиме нагрева или охлаждения, с разной нагрузкой, на остывшей или разогретой печи, при загрузке или выгрузке изделий, а также в любых иных ситуациях регулятор обязан автоматически распознавать текущий печной режим и вовремя корректировать свои действия, обеспечивая непрерывное управление нагревом.

Система контроля и управления ТМС-10.

Телемеханическая система контроля параметров и управления режимами электропечи предназначена для оперативного контроля и управления процессами термообработки на одной или нескольких электропечах непосредственно со своих рабочих мест технологами, металлургами и другими специалистами.

Телемеханическая система обеспечивает контроль за процессами термообработки и имеет возможность:

- передавать информацию от электропечи к персональному компьютеру;
- отображать на экране компьютера (в виде панели управления термоконтроллера) текущую температуру в печи, заданное значение температуры (уставку), состояние нагрева (включен, выключен), положение двери (открыта, закрыта, неисправна), ошибки системы управления, выявленные термоконтроллером;
- отображать на экране компьютера в табличном (текстовом) виде все текущие параметры с возможностью вывода их для печати на принтере;
- отображать на экране компьютера в графическом виде все текущие значения температуры и величины задания (в зависимости от времени) с возможностью вывода их для печати на принтере;
- масштабировать любой отрезок графика для более детального анализа интересующего участка термограммы;
- сохранять в архиве информацию о проведенных режимах термообработки за длительный период времени;
- просматривать сохраненные термограммы в текстовом и графическом виде.

Телемеханическая система обеспечивает управление процессами термообработки на электропечах и имеет возможность:

- передавать команды управления от персонального компьютера к электропечи и информацию обратно;
- задавать, изменять заданное значение температуры (уставку) нагрева;
- включать, выключать режим нагрева;
- автоматически подключать к телемеханической системе управления новую электропечь, появившуюся в сети.

Рассмотрим сущность системы регулирования температуры в туннельной электропечи.

Для системы требуется:

- программный двухканальный регулятор (ОВЕН ТРМ151);
- блок управления симисторами и тиристорами (ОВЕН БУСТ);
- преобразователь интерфейса (ОВЕН АС3-М);
- модуль аналогового ввода (ОВЕН МВА8);
- компьютер;

– датчики температуры, силовые симисторы.

Сигнал, получаемый с поверхности нагревательного элемента, поступает на первичный преобразователь – датчик для измерения температуры ТЕ, в котором физическая величина преобразуется в электрический сигнал. Сам сигнал обрабатывается и поступает на регистрирующее устройство TR, где оцифровывается и используется для дальнейшей работы регулятора ТС.

Работа регулятора температуры ТС заключается в следующем. После измерения температуры, он сравнивает ее с установленным заданием и в зависимости от результата соответственно изменяет (увеличивает или уменьшает) ток, подаваемый на нагреватели. В качестве регулирующего устройства в системе управления электропечью используется двухканальный программный ПИД-регулятор ОВЕН ТРМ151, два канала которого регулируют температуру на нагревательных элементах. Исполнительным

устройством служит блок управления симисторами и тиристорами (БУСТ), который обеспечивает точность автоматической регулировки мощности на нагревательных элементах печи методом фазового управления. Для расширения входов и получения дополнительной возможности изменения температуры в самом изделии или в печи применяется модуль аналогового ввода ОВЕН МВА8. Обмен данными между регуляторами и модулем аналогового ввода осуществляется при помощи компьютера, для согласования интерфейсов RS-485/RS-232 используется преобразователь интерфейса ОВЕН АС3-М.

Разработанная система (рис. 2) позволяет выполнять режим отжига любой степени сложности. Смена уставок в системе регулирования температуры осуществляется автоматически по разработанной технологом программе. Программы технолога создаются на компьютере верхнего уровня и заносятся в каждый прибор ТРМ151.

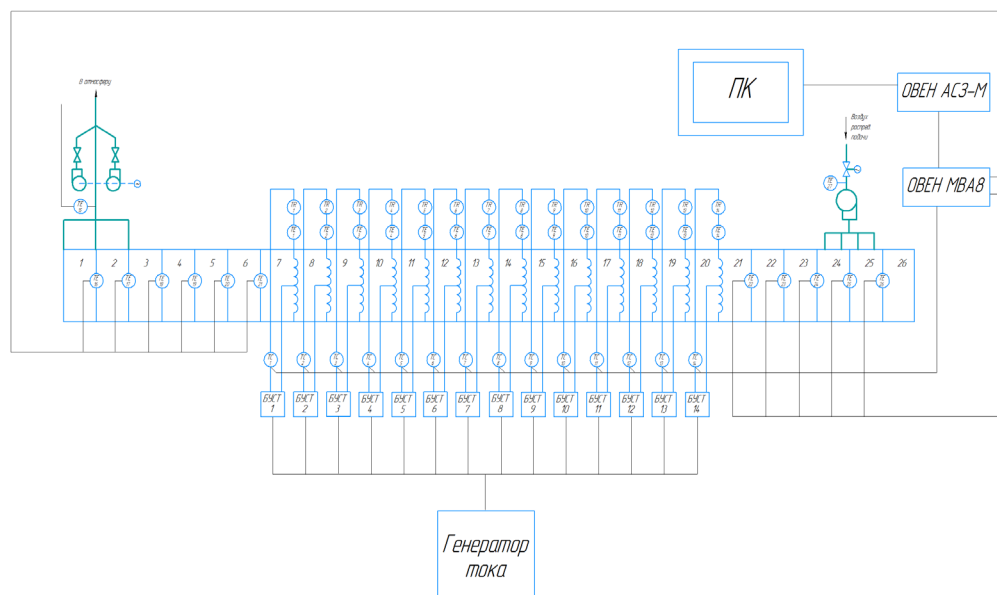


Рис. 2. Функциональная схема автоматизации туннельной электропечи

ТЕ – датчик для измерения температуры; TR – регулирующее устройство; ЕС – регулирующее устройство; БУСТ – исполнительное устройство; ОВЕН МВА8 – модуль аналогового ввода; ОВЕН АС3-М – преобразователь интерфейса; ПК – персональный компьютер

Зимич В.В.,

к.т.н., доцент, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. E-mail: stroy-ingener@yandex.ru

Zimich V.V.,

PhD in construction, docent, South Ural State University, s. Chelyabinsk. E-mail: stroy-ingener@yandex.ru

Хурмагулина А.О.,

студент, Южно-Уральский государственный университет, г. Сатка. E-mail: stroy-ingener@yandex.ru

Khurmatullina A.O.,

student, South Ural State University, s. Satka. E-mail: stroy-ingener@yandex.ru

Поступила в редакцию 28.04.2017