

С. В. Сомова, А. Б. Крутилин, В. В. Лешкевич // Строительная наука и техника. – 2011. – № 6(39). – С. 42–45.

2. Особенности тепловлажностного режима ограждающих конструкций промышленного холодильника / А. М. Протасевич, С. В. Сомова, А. Б. Крутилин, В. В. Лешкевич // Научно-технический журнал Вестник МГСУ. – 2011. – № 7. – С. 216–221.

3. Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия: ГОСТ 15588-86. – Введ. 1986-07-01. – Москва: Госстрой СССР, 1986. – 10 с.

УДК 697.3+697.9

Анализ возможностей применения аддитивных технологий в конструктивных элементах систем отопления и вентиляции

Борухова Л. В., Летун Е. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Представлены результаты исследования возможностей аддитивного производства. Приведены результаты исследований в области применения аддитивного производства в элементах систем отопления и вентиляции

Аддитивное производство (additive manufacturing) – это процесс изготовления деталей, который основан на создании физического объекта по электронной геометрической модели путем добавления материала, как правило, слой за слоем, в отличие от вычитающего (субтрактивного) производства (механической обработки) и традиционного формообразующего производства (литья, штамповки).

В настоящее время распространены различные технологии аддитивного производства имеющие свои достоинства и недостатки. Классификация и сравнение аддитивных технологий подробно рассмотрены в [1]. Далее приведены наиболее известные и развитые из них.

Нанесение термопластов (fused deposition modelling) – технология производства изделия путем выдавливания термопластичного материала и его послойной укладки. В технологии FDM используют различные пластики: ABS, PLA, поликарбонат, полиамид, полистирол, лигнин, а также композитные материалы на их основе. Достоинствами технологии является доступность и низкая стоимость, как и материалов, так и оборудования. Технология послойной фотополимеризации в ванной (Vat Photopolymerization) заключается в последователь-

ном затвердевании фотополимерного материала под действием света. Метод позволяет добиться высокой точности.

Селективное лазерное спекание, плавление (Selective Laser Melting/Sintering) основано на том, что материал наносят в виде порошка на основание. Порошкообразный материал переплавляется с помощью лазерного излучения и образует твердый слой после затвердевания. Затем основание опускают, наносят порошок и цикл повторяется. В качестве материалов используются порошки различных сплавов нержавеющей стали, алюминия, титана, кобальта, хрома.

Кроме перечисленных, доступны другие технологии: моделирование при помощи склейки, литье порошкового металла под давлением, коаксиальное лазерное плавление. Технологии аддитивного производства, благодаря своим особенностям, позволяют реализовывать принципиально новые и недоступные для традиционных технологий конструкции. В связи с этим анализ возможностей применения данной технологии в системах отопления и вентиляции является актуальной задачей. Анализ литературных источников позволил выделить наиболее распространенные и перспективные направления использования аддитивных технологий в системах отопления и вентиляции. Некоторые из них приведены ниже.

Одним из самых перспективных и разработанных направлений является использование аддитивных технологий в теплообменных аппаратах. По результатам исследований в данном направлении опубликован ряд работ, в которых представлены конструкции теплообменных аппаратов, произведенные методом аддитивного производства. В части из них в традиционные конструкции вносятся изменения. Модернизация теплообменных аппаратов осуществляется путем изменения схемы организации течения теплоносителей [2] (рис., *a*); вносятся изменения в форму проточных частей [3] (рис., *б*); изменения в конструкцию «оробрения» теплообменного аппарата [4] (рис., *в*).

Кроме того, при модернизации теплообменных аппаратов осуществляют интенсификацию теплообмена за счет микроканалов, увеличения шероховатости поверхности [5].

Существуют работы по исследованию клапанов и проточных частей агрегатов. Целесообразным является изменение проточной части различных гидравлических устройств с целью оптимизации потоков и снижения потерь давления.

Проводятся исследования в направлении увеличения конвективных поверхностей за счет возможностей аддитивного производства новых конструкций с нестандартными формами.



a



б



в

Рис. Модернизации конструкций теплообменных аппаратов:
a – схема организации течения теплоносителей; *б* – форма проточных частей;
в – конструкция «оробрения» теплообменного аппарата

Перспективным является исследование воздухораспределительных и воздухозаборных элементов систем вентиляции и кондиционирования. Возможности аддитивного производства позволяют создавать различные конструкции и организовать необходимый вариант подачи либо удаления воздуха, увеличивать эффективность воздухообмена в помещениях различных зданий. Также подобный подход позволит интегрировать элементы систем вентиляции в дизайн-проект помещения.

Литература

1. Fino, P. Overview on additive manufacturing technologies / F. Calignano, D. Manfredi, E. P. Ambrosio, S. Biamino, M. Lombardi, E. Atzeni, A. Salmi, P. Minetola, L. Iuliano, P. Fino // Proc. IEEE – 2017. – Т. 105, № 4. – С. 593–612.
2. Ljungman, J. 3D-Printed Heat Exchanger / J. Ljungman. – Lund University, 2019. – 56 с.
3. Klett, J. W. Design, additive manufacturing, and performance of heat exchanger with a novel flow-path architecture / A. S. Sabau, A. Bejan, D. Brownell, K. Gluesenkamp, B. Murphy, F. List, K. Carver, C. R. Schaich, J. W. Klett // Appl. Therm. Eng. – Elsevier, 2020. – Т. 180, № July. – P. 115775.

4. Michaelis, A. Additive Manufacturing of Ceramic Heat Exchanger: Opportunities and Limits of the Lithography-Based Ceramic Manufacturing (LCM) / U. Scheithauer, E. Schwarzer, T. Moritz, A. Michaelis // J. Mater. Eng. Perform. – Springer US, 2018. – Т. 27, № 1. – С. 14–20.

5. Singh, P. State-of-the-art in heat exchanger additive manufacturing / I. Kaur, P. Singh // Int. J. Heat Mass Transf. – Elsevier Ltd, 2021. – Т. 178. – С. 121600.

УДК 620.97

Возможность утилизации низкотемпературных потоков теплоты на энергогенерирующих источниках

Янчук В. В., Романюк В. Н.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Различные низкотемпературные тепловые потоки процессов конденсации пара, глубокого охлаждения дымовых газов, а также систем охлаждения технологических потоков на ТЭС, сегодня возможно и энергетически рационально использовать, например, для нагрева сетевой воды, вспомогательных потоков, а также для частичного регенеративного подогрева конденсата. Для реализации указанных решений утилизации низкотемпературных тепловых потоков предполагается применение тепловых насосов, как абсорбционных, так и парокомпрессионных. Простой срок окупаемости подобных мероприятий отвечает требованиям, которые сегодня предъявляются к энергосберегающим проектам, не превышает 4-х лет.

С ростом общего уровня жизни и количества населения планеты опережающими темпами также растет и энергопотребление. Так, за 10 лет в 2020 г. по сравнению с 2010 годом производство электроэнергии в мире выросло на 24 % (рис.).

В последние десятилетия в мире значительно возрастает доля электроэнергии (ЭЭ), вырабатываемой за счет возобновляемых источников энергии, однако до настоящего времени в качестве первичного энергоресурса при генерации ЭЭ преобладает органическое топливо – 61 % в общем балансе производства электроэнергии в 2020 г. На рис. приведено изменение роли различных источников энергии в мире при производстве ЭЭ с 1985 по 2020 гг.