

## «Энергия молодости»: студент Института энергетики предлагает инновационный подход к проектированию теплообменников



В феврале в АО «Силловые машины» состоялась конференция «Энергия молодости», в которой участвовали специалисты различных предприятий и университетов. Всего было заслушано 79 работ с докладами. В конференции также участвовал студент ВШЭМ Антон Пулин со своим исследованием, которое впоследствии было отмечено номинацией «Инновационный подход» за доклад «Решетчатые теплообменные аппараты, изготовленные с помощью аддитивных технологий для газотурбинных установок». Спросили Антона подробнее о его исследовании, работе над ним и особенностях темы исследования.



**- В чем заключается суть твоего исследования?**

— Одной из основных проблем в теплообменных аппаратах является поиск наиболее эффективных турбулизаторов. Классические технологии изготовления сильно ограничивают возможности проектирования. За последние десятилетия теплообменники не сильно изменились с точки зрения их конструкции. Аддитивные технологии и связанные с их появлением возможности применения различных новых конструктивных решений, дают новый виток развития теплообменников.

**— Как возникла идея использовать решетчатые структуры для теплообменников? Был ли какой-то конкретный прототип или аналог?**

— На идею использования решетчатых структур для интенсификации теплообмена меня навел мой научный руководитель – Виктор Валентинович Барсков. Я увидел, как данную технологию интерпретировали ранее ученые со всего мира. Изучил достоинства и посчитал это интересным для исследования.

**- Чем ты вдохновлялся при проектировании? Возможно, природными структурами (бионика) или инженерными решениями из других отраслей?**

- Изначально данные решетки как раз-таки нашли именно в природных структурах. В целом про них известно уже достаточно давно. Они активно изучались на различные свойства, но по их влиянию на теплообмен исследований значительно меньше. Это и вдохновило меня заниматься исследованиями по данному направлению.

**- Какие исследования или разработки предшествовали твоему проекту? Была ли опора на существующие научные работы?**

- В процессе исследования я изучил материалы как по классическим решениям, так и по решетчатым структурам. Во многом на начальных этапах мне помог профессор Николай Николаевич Кортиков – как с точки зрения обоснования исследования, сравнительной базы, так и с методологией.

**— Как аддитивные технологии влияют на характеристики теплообменников (прочность, эффективность теплообмена, массу и т. д.)?**

— Аддитивные технологии дают возможность использовать конструкции, которые ранее не были доступны при изготовлении классическими методами. Среди них – решетчатые структуры. По сути – это своего рода пористые структуры. Они повышают эффективность конвективного теплообмена, также они положительно влияют на прочность теплообменника. А по отношению эффективности и массогабаритных характеристик они превосходят классические решения.

**— Какие материалы наиболее подходят для 3D-печати теплообменников?**

- Материалы используются такие же, как и при изготовлении классическими методами - в основном жаропрочная сталь. Только, если, например, при литье металл нагревают и льют, то в случае 3D-печати используются порошковые металлы.

**— Какие трудности возникают при проектировании и производстве сложных решетчатых структур?**

— Поскольку технология новая, нет четкой методологии проектирования. Я наработывал базу данных для нахождения оптимальных геометрических параметров, оптимизации конструкции, анализа влияния и так далее.

**— Есть ли ограничения по размерам и сложности геометрии при 3D-печати теплообменников?**

- Технологические ограничения несомненно есть. У нас в Политехе у коллег есть несколько разных SLM-принтеров. Ограничения по размерам зависят от камеры для печати, они бывают самых разных размеров. От нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. С развитием технологии улучшаются возможности - еще недавно не было возможности печатать сложные объекты, на текущий момент уже печатают и теплообменники, и лопатки газовых турбин, и другие сложные объекты.

**— Как изменяется эффективность теплообмена при использовании решетчатых структур по сравнению с традиционными пластинчатыми и трубчатыми теплообменниками?**

- В зависимости от конструкции и режима течения, по моим данным, эффективность конвективного теплообмена повышается от 2 до 6 раз.

**— Каков срок службы решетчатых теплообменников по сравнению с традиционными конструкциями?**

— Как и любая новая технология, они должны пройти проверку временем. Проводятся различные исследования, создаются экспериментальные установки.





**— Насколько аддитивные технологии удешевляют или удорожают производство теплообменных аппаратов?**

— Если рассматривать просто производство – то теплообменники, изготовленные при помощи аддитивных технологий дороже классических, хотя, однако цена печати металлом с каждым годом падает. Также хочу сказать, что многие новые технологии более затратные на этапе проектирования и производства, однако окупаются в будущем.

**— Каков потенциал внедрения таких теплообменников в авиационные и энергетические газотурбинные установки? И каковы дальнейшие планы?**

— Надеюсь, что потенциал есть. Но технология еще не отработана. В ближайших планах – провести эксперимент образцов на гидравлическом стенде. А также я уже работаю над созданием определенных прототипов.

**- Если бы можно было начать заново, что бы ты сделал иначе?**

- Не смотря на сложности и ошибки на начальных этапах – ничего, ведь именно проходя через ошибки, и работая над ними, мы двигаемся дальше!

**- Как проект повлиял на твоё понимание аддитивных технологий и теплообмена?**

- Хотя я и ранее имел представления о процессе теплообмена и об аддитивных технологиях, они несомненно улучшились, а это исследование подтолкнуло к тому чтобы изучать еще больше и не останавливаться на достигнутом.