

Моделирование технологического процесса производства штамповок осуществлялось в Deform 3D (см. рис. 2). Продолжительность производимого расчёта на прямую зависела от сложности геометрии штамповки, мощности вычислительной техники.

По завершении расчетов был сделан вывод о том, что материал заполняет штамп полностью. Это свидетельствует о том, что оснастка была спроектирована, верно. Заполнение штампа происходило в следующем порядке: в начале движения пуансона материал заполнил полость штампа, достигнув стенок матрицы, материал начал двигаться вверх, огибая пуансон и стремясь перетечь в незаполненную полость между пуансоном и матрицей.

Также анализ процесса штамповки не выявил таких дефектов как: заковы на поверхности, прострелы внутри штамповки.

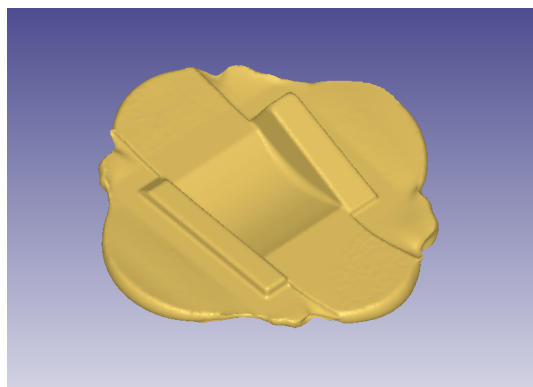


Рис. 2. Полученный результат моделирования процесса штамповки

Использование моделирования при освоении технологии получения заготовок лопатки ГТД позволило существенно повысить качество деталей и сократить время подготовку производства.

УДК 621.438

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦИКЛОВ ПАРОТУРБИНЫХ И КОМБИНИРОВАННЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Пиралишвили Ш.А.¹, Веретенников С.В.¹, Павлова А.А.²

¹Рыбинская государственная авиационная технологическая академия имени П.А. Соловьева

²ОАО «Сатурн-Газовые турбины», г. Рыбинск

THERMODYNAMIC ANALYSIS OF STEAM TURBINE AND COMBINED POWER PLANTS CYCLES

Piralishvili Sh.A., Veretennikov S.V., Pavlova A.A.

Rybinsk state academy of aviation technology named after P.A. Solovyov

К числу мероприятий, направленных на сбережение энергоресурсов и, в первую очередь, на повышение экономичности тепловых электростанций, относится разработка и создание комбинированных установок с высокотемпературными паровыми и газовыми турбинами. При этом вследствие отсутствия жаропрочных материалов для изготовления поверхностей нагрева парового котла, обеспечивающих достаточный ресурс работы при температурах пара до 1100 – 1700⁰С, видится перспективным получение пара такой температуры

в специальных камерах сгорания – пароперегревателях, работающих на смеси водорода и кислорода. Сжигание водород-кислородной смеси в среде водяного пара обеспечит требуемое повышение температуры, а охлаждение стенок пароперегревателя может осуществляться относительно холодным потоком свежего водяного пара. При сжигании водород-кислородной смеси образуется водяной пар, который в дальнейшем используется в технологическом процессе получения электроэнергии, для восполнения утечек или частично отбирается на теплофикацию. Использо-

зование высокотемпературного рабочего тела требует организации охлаждения элементов проточной части паровой и газовой турбины, при этом воздух не всегда может обеспечить приемлемую с точки зрения ресурса температуру. Поэтому в качестве хладагента значительно бóльшим потенциалом обладает водяной пар с температурой порядка 400⁰С. Последнее обстоятельство вынуждает разрабатывать новые системы охлаждения с использованием водяного пара и приводит к необходимости в известных методиках расчета рабочего процесса турбин учитывать смешение охлаждающего водяного пара и основного потока (продуктов сгорания и высокотемпературного перегретого пара).

Представленная работа направлена на разработку методики термогазодинамического расчета высокотемпературных паротурбинных и газотурбинных установок с учетом выдува охлаждающего водяного пара в проточную часть, а также на термодинамический анализ возможных путей форсирования комбинированных установок по газотурбинной, и паротурбинной частям с учетом современных способов получения электроэнергии.

С целью определения эффективности различных схем комбинированных энергоустановок выполнен термодинамический анализ нескольких вариантов установок, включая ПГУ с КУ, ГТД STIG, водород-кислородным пароперегревателем, и паровой турбиной сверхкритических параметров.

Показано, что для увеличения электрического КПД парового цикла до 48% необходимо повышать начальные параметры пара (температура и давление) до сверхкритических значений (1773К и 30МПа соответственно).

В газотурбинном цикле впрыск пара в камеру сгорания и открытое паровое охлаждение турбины позволяют увеличить мощность установки в 2,5 раза и довести электрический КПД до 45% в случае генерации пара в КУ установленного за турбиной.

Комбинированное использование газового и парового цикла повышает КПД процесса генерации электроэнергии до 60-65%. Следует отметить, что с учетом затрат на конверсию водорода КПД цикла ПГУ с КУ и низкотемпературной ПТУ практически достигает значения КПД ПГУ с водород-кислородным перегревателем. Таким образом, для достижения электрического КПД энергоустановок 60-65% и выхода на новый, превосходящий известные зарубежные аналоги, уровень необходимо в составе комбинированных установок использовать высокотемпературные газовые и паровые турбины, что требует исследования и разработки новых высокоэффективных систем охлаждения с использованием водяного пара.

Несмотря на то, что в данном анализе не рассматривались экономические аспекты вопроса, очевидно, что установочная стоимость одного киловатта электрической мощности установок, работающим по рассмотренным форсированным циклам, будет значительно выше, чем ТЭЦ, работающих по традиционной схеме, вследствие введения в схему установки нового высокотехнологичного оборудования (водород-кислородный пароперегреватель, охлаждаемая паровая турбина и т.д.). Однако более высокое значение электрического КПД рассматриваемых установок позволит сократить сроки окупаемости инвестиций, что позволяет рассматривать предложенные схемы как реально осуществимые.

Библиографический список

1. Полежаев, Ю.В. Парогазотурбинные энергоустановки. Препринт №2 – 434. М.: ОИВТ РАН, 1999. – 57 с.
2. Манушин, Э.А. Комбинированные энергетические установки с паровыми и газовыми турбинами. М. Изд-во ВИНТИ, 1990.
3. Цанев, С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремизов. - М.: Изд-во МЭИ, 2002.